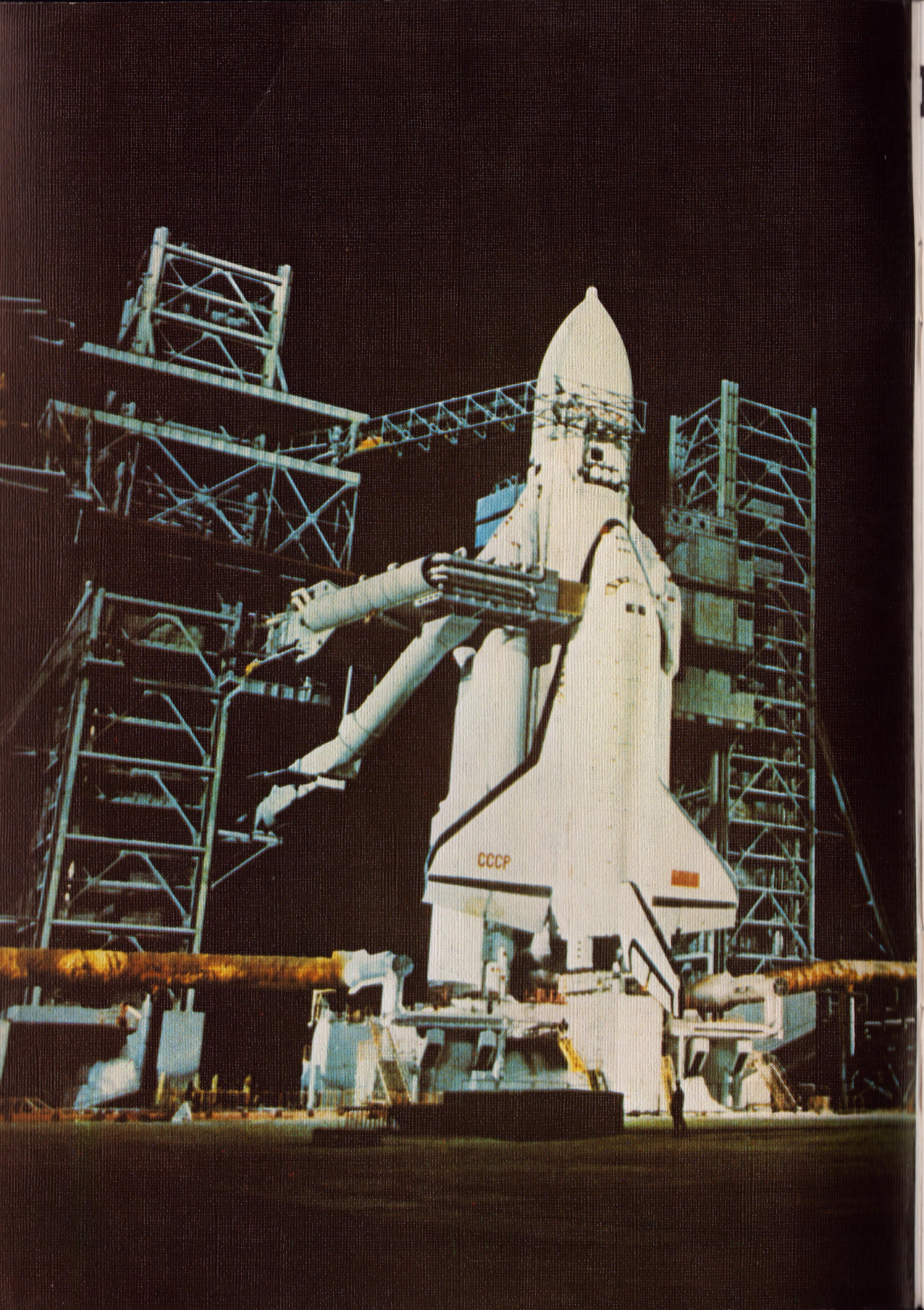
СТАРТУЕТ ЭНЕРГИЯ
THE ENERGIA BLASTS OFF



СТАРТУЕТ ·ЭНЕРГИЯ·

THE ENERGIA BLASTS OFF

Москва
·Машиностроение·
1990

Старты новой универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия", состоявшиеся 15 мая 1987 года с макетом космического аппарата и 15 ноября 1988 года с орбитальным кораблем "Буран", – крупный шаг советской науки и техники в создании новых средств освоения и изучения космоса в мирных целях.

Эта уникальная система была создана коллективами многих предприятий во главе с конструкторским бюро, основанным Сергеем Павловичем Королевым.

С созданием универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия" отечественная космонавтика получила новое мощное средство для промышленного освоения космоса, создания глобальных коммерческих систем связи, фундаментальных астрофизических исследований и изучения планет Солнечной системы.

Ракета-носитель "Энергия" позволяет вывести на околоземную орбиту полезный груз массой более 100 тонн. Это дает возможность доставлять на околоземную орбиту универсальную космическую платформу для развертывания глобальных систем связи и телевизионного вещания, крупную научную лабораторию нового поколения "Мир-2" для создания постоянного опытно-промышленного производства полупроводниковых материалов, уникальных биологических и лекарственных препаратов, а также регулярного дистанционного зондирования Земли для обеспечения информацией различных отраслей народного хозяйства и корабли многоразового применения. Используя в качестве полезного груза контейнеры со специальными разгонными ракетными блоками, можно решать задачи, связанные с выводом космических аппаратов на геостационарную орбиту, на траектории полета к Луне и планетам и посылкой автоматических лабораторий в глубины Вселенной...

Массы объектов, выводимых на геостационарную орбиту, могут составить около 20 тонн, а выводимых на траектории полета к Луне – 32 тонны; к Марсу и Венере можно отправить до 28 тонн полезного груза.

Такая универсальность – важнейшая особенность ракеты-носителя "Энергия", не имеющей аналогов в мировой космонавтике.

С помощью ракеты-носителя "Энергия" можно создавать на орбите крупные научно-исследовательские лаборатории.

Дальнейшее развитие космонавтики потребует создания транспортного моста "Земля – космос – Земля", который должен быть обеспечен оптимальным сочетанием ракет-носителей различных классов, межорбитальных буксиров и другой космической техники.

Новые научно-технические достижения и разработки при создании ракетно-космической техники стимулируют развитие многих отраслей народного хозяйства, получающих новые материалы, технологические процессы, средства автоматизации, управления и транспортировки.

Главным стимулирующим фактором дальнейшего совершенствования и создания новых ракет-носителей является необходимость снижения стоимости выведения на орбиту единицы массы полезного груза.

Советская программа освоения космического пространства всегда предусматривала использование космонавтики в интересах не только нашей страны, но и всего человечества.

Мы готовы к обмену своими достижениями в космосе со всеми государствами. Мы предлагаем производить запуски мирных космических аппаратов других стран и международных организаций советскими ракетами-носителями на взаимовыгодных условиях.

Генеральный конструктор
Научно-производственного
объединения "Энергия"
Ю. П. Семенов

В настоящее время космонавтика стала неотъемлемой частью нашей жизни. Ни у кого не вызывает сомнения, что в осуществлении широкомасштабных программ изучения и освоения ближнего и дальнего космоса важная роль принадлежит средствам выведения космических аппаратов на околоземные орбиты и межпланетные трассы. С разработкой и вводом в эксплуатацию ракет-носителей связаны все этапные свершения в покорении космоса.

Эру освоения космоса открыла первая советская двухступенчатая ракета-носитель "Спутник". Именно она позволила вывести на орбиту первый в мире искусственный спутник нашей планеты.

Создание трехступенчатых ракет-носителей типа "Восток" и "Союз" явилось следующим шагом в освоении космоса. Именно такой ракетой был выведен на околоземную орбиту пилотируемый космический корабль с человеком на борту.

С 1965 года ведется эксплуатация тяжелой многоступенчатой ракеты-носителя "Протон", которая способна выводить на околоземную орбиту более 20 тонн полезного груза.

Расширение масштабов человеческой деятельности в космическом пространстве – создание крупногабаритных орбитальных комплексов, полеты к планетам Солнечной системы – должно привести в ближайшее время к заметному увеличению грузопотоков между Землей и орбитами, в том числе и к увеличению грузоподъемности ракет-носителей. Необходимость реализации перспективных задач по мирному освоению космического пространства со всей очевидностью поставила вопрос о создании нового мощного носителя.

Инженерно-конструкторские решения, базирующиеся на теоретических и опытных данных по аэродинамике, термодинамике и другим научным направлениям, позволили перейти к созданию мощной универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия".

И эта сложная задача была блестяще решена. 15 мая 1987 года в 21 час 30 мин московского времени был проведен первый старт универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия" с макетом космического аппарата. А 15 ноября 1988 года в 6 часов московского времени состоялся первый старт универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия" с орбитальным кораблем многоразового использования "Буран". После двухвиткового орбитального полета корабль "Буран" совершил автоматическую посадку на аэродром недалеко от места старта.

Двухступенчатая ракета-носитель "Энергия" выполнена по схеме "пакет" с продольным разделением ступеней. Первая ступень состоит из четырех боковых блоков. В качестве второй ступени используется центральный моноблок. При старте запуск двигателей второй ступени осуществляется с некоторым опережением запуска двигателей первой ступени.

Стартовая масса ракеты-носителя "Энергия" 2400 тонн, ее высота около 60 метров.

Ракета-носитель "Энергия" способна доставлять на околоземную орбиту полезный груз массой более 100 тонн. Это почти вшестеро превосходит грузоподъемность самой мощной западно-европейской ракеты-носителя "Ариан" и вдвое больше, чем масса научного комплекса, включающего в себя станцию "Мир", модуль "Квант", пилотируемый корабль "Союз ТМ" и "грузовик" "Прогресс".

Ракета-носитель "Энергия" может выводить в космос космические аппараты научного и народнохозяйственного назначения, многоразовые орбитальные корабли и набор отдельных спутников.

Блоки первой ступени ракеты работают на жидком кислороде и углеводородном горючем. Каждый блок первой ступени снабжен четырехкамерным жидкостным ракетным двигателем РД-170 с тягой у

поверхности Земли 740 тонн (806 тонн в пустоте). Эти, самые мощные из современных ЖРД разработаны в ГДЛ – ОКБ под руководством академика В. П. Глушко. В этом двигателе для подачи компонентов топлива в камеры сгорания используется турбонасосный агрегат мощностью 250 000 л.с. Для сравнения: двигатель боковых ракетных блоков ракеты-носителя "Спутник" имеет турбонасосный агрегат мощностью 5200 л.с., а жидкостный ракетный двигатель F-1 первой ступени ракеты-носителя "Сатурн-5" имеет турбонасосный агрегат мощностью 60 000 л.с.

Диаметр блока первой ступени около 4 метров, длина 40 метров. Блоки первой ступени могут оснащаться средствами возвращения и посадки. Для их размещения на блоке предусмотрены специальные отсеки.

Вторая ступень работает на жидком кислороде и жидком водороде. Она является основой носителя. С помощью узлов связи к ней крепятся боковые блоки первой ступени и полезный груз. Длина этой ступени около 60 метров, диаметр около 8 метров. На второй ступени установлены четыре однокамерных жидкостных ракетных двигателя. Тяга каждого из них у поверхности Земли 148 тонн, в пустоте – 190 тонн.

Все двигатели ракеты-носителя "Энергия" начинают работать со старта, создавая в начале полета суммарную тягу около 3600 тонн. Мощность двигателей в этот момент около 132 миллионов киловатт. Для сравнения: мощность Красноярской ГЭС – 6 миллионов киловатт.

Для силовой и функциональной связи ракетных блоков первой и второй ступеней при сборке и транспортировках служит стартово-стыковочный блок. С его помощью осуществляются механические, пневмогидравлические и электрические связи ракеты-носителя с пусковой установкой и комплексом наземного оборудования. После пуска ракеты-носителя стартово-стыковочный блок остается на пусковом устройстве и может использоваться повторно.

Для управления движением ракеты на участке выведения создан комплекс автономного управления на базе ЭВМ. Применение такого комплекса позволяет повысить летные качества и улучшить управляемость, расширить область полетных режимов. Комплекс построен с поэлементным и схемным резервированием, что повышает его надежность.

Повышению безопасности и живучести ракеты-носителя "Энергия" уделялось самое пристальное внимание. В частности, на ракете установлены средства аварийной защиты, обеспечивающие диагностику состояния маршевых двигателей обеих ступеней и своевременное отключение двигателя при недопустимых отклонениях в его работе. Для обнаружения и локализации очагов возгорания на ракете установлена эффективная система пожаро- и взрывопредупреждения.

Благодаря принятым мерам, ракета-носитель "Энергия" при возникновении нештатной ситуации может продолжать управляемый полет даже с одним выключенным двигателем первой или второй ступени. Это позволяет в случае невозможности выведения беспилотных грузов на орбиту увести их в специальные зоны по трассе полета для максимального уменьшения размеров возможного ущерба. При выведении многоразового орбитального корабля это свойство позволяет либо обеспечить его выведение на низкую "одновитковую" траекторию полета с последующей посадкой на аэродром, либо осуществить маневр возврата на активном участке выведения с посадкой на полосу аэродрома вблизи стартового комплекса.

Ко времени первого пуска ракеты-носителя "Энергия" была завершена обширная программа наземной отработки, включавшая в себя и научно-исследовательские, и экспериментальные работы. Для этих целей была создана специальная стендовая база, на которой было

проведено около 6000 испытаний на более чем 200-х экспериментальных установках, 34-х крупногабаритных конструктивных сборках и 5-и полноразмерных опытных изделиях.

Функционирование двигательных установок ракетных блоков окончательно проверялось при комплексных огневых стендовых испытаниях, а двигательной установки первой ступени – и в условиях полета на первых ступенях ракеты-носителя "Зенит".

Для подготовки и запуска такого сложного и мощного носителя потребовалось создать специальный наземный комплекс, который раскинулся на обширной территории космодрома. Он включает в себя стартовый и технический комплексы, комплекс "стенд-старт". Именно с комплекса "стенд-старт" был проведен первый пуск ракеты-носителя "Энергия". Последующие пуски будут осуществляться, в основном, со стартового комплекса.

Транспортировка ракеты-носителя из помещений технического комплекса, где проводятся ее сборка и проверка, осуществляется на транспортно-установочном агрегате. Он передвигается по рельсовому двухколейному пути со скоростью 3–5 км/ч с помощью двух пар тепловозов.

В процессе подготовки ракеты на пусковом устройстве необходим доступ ко всем разъемным соединениям, которые связывают носитель с наземным оборудованием – заправочным, газоснабжения, термостатирования, электрическим и т.п. Необходим также осмотр теплоизоляции, которой покрыты кислородные и водородные баки. Для этого служит мобильная башня обслуживания. Благодаря раскрывающимся площадкам, башня обхватывает ракету со всех сторон и обеспечивает доступ практически к любому узлу. Перед пуском башня отводится на безопасное расстояние.

Заправочно-дренажная мачта предназначена для подвода коммуникаций к ракете-носителю и отвода их от ракеты в процессе ее пуска.

Отвод всех площадок мачты производится автоматически. Причем одна из них, обеспечивающая термостатирование бака горючего и отвод выбросов водорода из дренажного клапана, отстыковывается после начала движения ракеты. Это связано с тем, что подаваемый в ракету водород не должен смешиваться с атмосферным кислородом (это может привести к пожару или взрыву). "Излишки" водорода, образующиеся при подготовке к пуску, по специальному трубопроводу отводятся от ракеты. Избыток водорода при запуске и выключении двигателей во время старта и стендовых испытаний сжигается системой дожигания.

Применение водорода в качестве горючего потребовало дополнительных мероприятий по обеспечению пожаро- и взрывопредупреждения.

Особо следует отметить полную автоматизацию предстартового обслуживания, заправки топливом, контроля всех бортовых систем на старте и в полете. Это стало возможным благодаря оснащению стартовой позиции мощным вычислительным комплексом, который берет на себя управление множеством агрегатов и механизмов. Он взаимодействует с бортовыми вычислительными машинами, непрерывно контролирующими состояние всех систем ракеты на пусковом устройстве. Компьютеры контролируют более 2000 параметров, поддерживая их на заданном уровне.

Высокая степень автоматизации позволила учесть и заложить в программы ЭВМ возможность обнаружения более 140 нештатных ситуаций и способы выхода из них. В самых сложных случаях автоматика приведет ракету в безопасное состояние, и она останется в нем, пока не будет принято необходимое решение. Предусмотрена и возможность вмешательства человека в процесс подготовки ракеты с помощью ручного управления.

Автоматическая система обеспечения

безопасности работы на стартовом комплексе продемонстрировала свою работоспособность 29 октября 1988 года. В 6 часов 22 минуты 59 секунд, за 51 секунду до планируемого старта, она прекратила подготовку ракеты-носителя "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран" к пуску. Это произошло из-за того, что плата приборов прицеливания, корректирующих гироскопы азимутальной ориентации ракеты, отстыковывалась от борта ракеты со скоростью, меньшей расчетной. При этом механизм отвода фермы, на которой расположена эта плата, не получил команды на отвод и "поступил строго по инструкции", оставшись на месте. Система автоматики выдала общий отбой подготовки ракеты к пуску.

Зная, что 90 % массы стартующей ракеты составляет топливо, нетрудно представить, какие запасы жидкого водорода, жидкого кислорода и керосина нужно иметь в емкостях наземного комплекса для заправки ракеты-носителя "Энергия". Криогенные компоненты топлива – жидкий водород (– 255 °С), жидкий кислород (– 186 °С) – хранятся в шаровых емкостях, которые расположены на безопасном расстоянии от пускового устройства.

Чтобы уменьшить потери криогенных компонентов топлива при хранении, их необходимо охлаждать, что осуществляется с помощью специальных систем.

Топливные емкости и трубопроводы покрыты теплоизоляцией.

Была решена и проблема транспортировки крупногабаритных элементов конструкции центрального блока диаметром 8 метров и массой более 40 тонн с заводов-изготовителей на техническую позицию космодрома. Для этого используется модификация тяжелого самолета. Впервые в мире начаты регулярные транспортные операции по доставке конструкций больших габаритов (диаметр груза превышает диаметр фюзеляжа самолета почти в два с половиной раза) с заводов-изготовителей на космодром.

Летные испытания универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия" позволяют получить данные о работоспособности всего комплекса в реальных условиях полета, т.е. проверить саму конструкцию ракеты, ее двигательные установки, многочисленные бортовые системы в условиях, которые невозможно имитировать в ходе стендовых испытаний.

Успешное начало летных испытаний ракеты-носителя "Энергия" свидетельствует о правильности выбранных проектно-конструкторских решений, жизнеспособности "Энергии". Продемонстрирована высокая точность работы всех бортовых систем и наземного комплекса, правильность и логичность стратегии наземной отработки, а также ее объема.

В ходе создания новой мощной ракеты-носителя "Энергия" решен огромный комплекс научно-исследовательских и конструкторско-технологических проблем. Это новый важный этап в развитии отечественного ракетостроения.

Ввод в эксплуатацию ракеты-носителя "Энергия" открывает широкие возможности в развитии международного сотрудничества в области исследования и освоения космического пространства на благо всего человечества на качественно новом уровне.

The launchings of the new Soviet versatile space rocket, the *Energia*, on the 15th of May, 1987, with a mock-up of a spaceship, and on the 15th of November, 1988, with the orbite space-shuttle *Buran*, were a great step of Soviet science and technology further in building new means of peaceful exploration of space.

The unique space carrier system is the product of the work of many bodies led by the design bureau which had been founded by Sergei Korolev.

With the *Energia*, Soviet cosmonautics has got a new powerful versatile tool for industrial space programmes, establishment of global commercial communications networks, fundamental research in physical astronomy and studies of the solar system.

The *Energia* takes into orbit payloads of over 100 tons. This allows to deliver onto a near-earth orbit an Universal Space Platform for development of global communication systems and TV- transmissions; a large new generation science laboratory *Mir 2* for permanent test-industrial production of semiconductor materials and unique biological and medicinal preparations and also for regular Earth remotelyprobing in order to provide data for various branches of national economy; and reusable space vehicles. If the payload is containers, outfitted with special booster units, spacecraft may be put into a geostationary orbit, or set onto paths to travel to the moon and the planets, or automated probes may be sent into the depths of the universe.

The *Energia's* geostationary orbit-destined payloads may weigh up to 20 tons. Thirty-two tons may reach the trajectory which leads to the Moon, and to 28 tons may be flown to Mars or Venus.

This versatility is essential in the unprecedented *Energia*.

With the development of cosmonautics, there will be need in a spacelift between the earth and objects in space. A fleet of carrier rockets of various types, inter-orbit tugs and other vehicles will be required to provide the spacelift.

The new levels of the rocketry and space technology reach stimulate other industries, as it comes up with new materials knowhow, automation, control and transport systems.

The main stimulus in perfectioning the existing types of space carriers and development of the new is the pressure for ever lower cost of the payload's putting into orbit.

The Soviet space programme has always suggested that cosmonautics be used not only in our nation's interests, but also to the benefit of all mankind.

We are ready to share our success in space with all nations. We offer to launch other countrie's and international bodies civilian spacecraft on mutually advantageous conditions.

Yu. P. Semenov
Chif Designer of the Energia
Research & Industrial association

Cosmonautics has become an integral part of human life. Undoubtedly large space programmes essentially depend on powerful rockets capable of putting spacecraft into orbits around the earth and onto interplanetary paths. All crucial turning points in space exploration have ever been related to achievements in development of carrier vehicles.

The space age began with the flight of the first Soviet two-stage carrier rocket *Sputnik*. It was the vehicle to put into orbit the world's first artificial satellite.

Three-stage vehicles of the *Vostok* and *Soyuz* families were the next stage in space exploration. A rocket of the *Vostok* class lifted into orbit the manned craft.

Heavy multy-stage carriers of the *Proton* family have been in service since 1965. A *Proton* lifts in orbit around the earth payloads over 20 tons.

Ever widening human activity in space, including large space complexes in orbit and missions to the solar system's planets, will inevitably lead to a thicker cargo traffic between the earth and orbit, and, respectively, to higher payload capacities of the carrier vehicles. The most promising projects in civilian space exploration evidently require new powerful space carriers.

Engineering solutions backed by the recent theoretical and experimental findings in aero- and thermodynamics and other sciences have led to the powerful versatile space-rocket transport system, the *Energia*.

That complex task found a brilliant solution. The *Energia* blasted off for the first flight, lifting a mock-up of a spaceship, at 21.30 Moscow Time on the 15th of May, 1987. Eighteen months later, at 6.00 Moscow Time on the 15th of November 18, the *Energia* made her first takeoff with the reusable orbiter, the *Buran*, which flew twice around the Earth and landed automatically on an airstrip not far from the launching pad.

The two-stage *Energia* is a booster-bunch type rocket. Her first stage is a cluster of four side boosters. The second stage is the central body booster. As the rocket is launched, the second stage booster engines are started with a small time gain over the first stage's start-up.

The takeoff mass of tne *Energia* is 2,400 tons. Her length is about 60 metres.

The *Energia* takes into orbit payloads over 100 tons – nearly six times Western Europe's most powerful space carrier *Arian's* and twice the mass of the orbital complex, consisting of the station *Mir*, the space-flying kit *Qvant*, a manned spaceferry of the *Soyus TM* family and a *Progress*-type spacetruck.

The *Energia* is also capable to lift into space scientific and commercial craft, spaceshuttle orbiters and sets of satellites.

The first-stage of the rocket burns a hydrocarbon fuel and liquid oxygen. Each booster unit of the first stage is powered by an RD-170 liquid-fuel four-chamber jet which develops a thrust of 740 tons just above the earth's surface and 806 tons in vacuum. These engines, the most powerful of all existing, were developed in GDL-OKB, led by Academician V. P. Glushko. The fuel and the oxydizer are pumped into the engine's combustion chamber by a pump driven by a 250,000 HPS turbine. To compare, the turbopump for the side booster jets of the *Sputnik* rocket developed 5,200 HPS, and the liquid-fuel F-1 engine of tne first stage of the *Saturn 5* carrier rocket had a 60,000 HPS turbopump.

A first-stage booster unit is some 4 metres in diameter and 40 metres long. The first-stage booster may be

equipped with re-entry and landing gear in special compartments.

The second stage burns liquid hydrogen and liquid oxygen. This stage is the rocket's mainframe. The first-stage side boosters and the payload are lock-fastened to it. The second stage is 60 metres long and some 8 metres in diameter. It is powered by four liquid-fuel single-chamber jets, each developing a thrust of 148 tons just above the earth's surface and 190 tons in vacuum.

All the engines of the *Energia* go during the launching to develop an initial total thrust of 3,600 tons. The engines power totals some 132,000,000 kW. To compare, the Krasnoyarsk hydroelectrical power station in Siberia generates 6,00,000 kW.

The first and the second stages of the *Energia* are connected with the launcher and the ground facilities mechanically, pnevmatically, hydravlically and electrically through a launching/docking unit. As the rocket lifts off, her reusable launching/docking unit stays on the launcher.

A self-contained computer-based guidance system has been created to control the rocket in flight. The guidance system improves the performance of the thing, her manoeuverability and widens her flight mode range. The system was built with reserves at element and circuit levels to enhance reliability.

Safety and survivability (damage control) were given much attention as the rocket was designed and built. The *Egergia* has emergency protection, which diagnoses the condition of the engines in both stages and cuts them dead timely if they go out of acceptable mode. To locate and localize fires, the rocket has efficient explosion- and fire-control systems.

The *Egergia* can continue her flight in emergency even with one engine dead in either stage. If the failure makes orbiting an unmanned payload impossible, there is still a possibility to guide it away into reserve zones along the flight path, to minimize the damage. In the spaceshuttle case, this capacity puts the ship on the path which either leads to a low "one-round" orbit and then lands her on an airfield, or provides her descent from the powered leg of the rise, with landing on the airstrip near the launching site.

By the first launch of the *Energia*, a large programme of ground-based scientific research and experiments had been done. A test stand base had been built for the purpose, to make over 6,000 tests of more than 200 experimental units, 34 large-size blocks and five full-size test copies.

The jet engines of the rocket were finally checked in comprehensive firing tests on the stand. The first-stage engines were additionally tried in actual flight on the carrier rockets of the *Zenit* class as they powered their first stages.

The preparation and launching of a powerful rocket like the *Energia* naturally required special complex ground-based facilities which take up a large area at the spaceport. These are the launching and the technological facilities and the so-called "start stand". The start stand launched the first *Energia*. Generally, the launching complex will be used in the future.

The *Energia* is assembled and tested in the technological facility. Then a transport-positioning system would carry her out of that facility. The thing moves on a double rail-track at 3 to 5 kmph. towed by two twin diesel-powered locomotives.

As the rocket is prepared for the launch on her launching pad, access is required to all her inlet ports

through which she is connected to the ground facilities for fuel, oxidizer, gas, thermostatic agents, electricity, etc. The heat insulation of the oxygen and hydrogen tanks has to be examined, too. To provide the access to practically any part of the rocket, there is a mobile service tower with retractable catwalks to hug the rocket. The tower would be removed to safety before the actual launch.

Another rig, fuel-and-drainage, connects the rocket to ground systems and disconnects as she is launched.

The rig's arms fall back, or retract, automatically. One of the arms, that keeps the fuel tank thermostated and drains off hydrogen exhaust, would disconnect only after the rocket has begun to lift. It prevents the hydrogen, pumped into the rocket, from leaking into the air and forming an explosive mixture with atmospheric oxygen, to avoid fire or explosion. Extra hydrogen, which may emerge in the fuelling operation as the rocket is prepared for the launch, would be piped away. When the jet engines are started up or stopped during the launching or in tests on the stand, extra hydrogen is burned off in the exhaust incineration system.

The use of hydrogen as fuel required also other explosion- and fire-prevention measures.

Special emphasis was given to the full automation of the pre-launch service, including fuelling operations and control over the rocket's systems on the launching pad and in flight. The parametrical stability owes itself to a high-capacity computer complex the launching facility is equipped with. The complex coordinates with the rocket's onboard computers which control the conditions of all her systems as she stands on the launching pad. Computers control over 2,000 parameters, keeping them to rated values.

The high-degree automation allowed to create special programmes for over 140 foreseeable emergency situations and emergency-handling procedures. In most difficult situa- tions, the automatic systems would put the rocket in a safe condition and keep her in it till the necessary solution is found. The personnel's necessary takeover of the preparatory operation, through manual controls, is provided.

The automatic safety system showed itself in action on the 29th of October, 1988. At 6 hours 22 minutes 59 seconds – 51 seconds before the scheduled launching – it ceased the preparatory operations for the *Energia's* liftoff with the orbiter *Buran*. The cause was the fact that the aiming instrument board, which had been correcting the rocket's azimuthal orientation gyroscopes, was unclipping from the rocket's side slower than rated. The arm which carried that board never got the command to go clear of the rocket's side and obediently stayed on. The automatic system rang off all preparatory operations.

Ninety percent of the *Energia's* mass – as she takes off – being the fuel, it is easy to imagine the size of the storages for liquid hydrogen, liquid oxygen and kerosene at the ground facilities, for refuelling of the rocket. The low temperature-liquified fuel components – liquid hydrogen at minus 255 degress Centigrade and liquid oxygen at minus 186 degrees – are stored in spherical tanks safely away from the launching facility.

To minimize losses of the liquid gases, they have to be cooled by special systems. The fuel storage tanks and the pipe are heat-insulated.

The problem had to be solved of transporting oversize components of the rocket's central body which was 8 metres in diameter and weighed over 40 tons, from the producer works to the spaceport. A converted heavy plane had to be used. With *Energia*, a large-size cargo airlift was established for the first time in the world, to carry structures almost 2.5 times as large im diameter as the plane's fuselage.

Flying tests of the carrier rocket *Energia* provide evaluations of the whole complex's performance in actual flight conditions, i.e. examination of the rocket's structures, her power plants and numerous systems in the conditions un-attainable on the test stand.

The successfull beginning of the *Energia's* flying tests confirms the right design and technological solutions and the viability of the carrier rocket. The tests showed high functional precision of all her onboard systems and ground facilities, the right logic of the "groundwork" procedures and highlighted the great amount of that work.

A large number of scientific research and technological problems was solved as the new space carrier vehicle was designed and built. That was indeed a new important step in the development of Soviet rocket engineering.

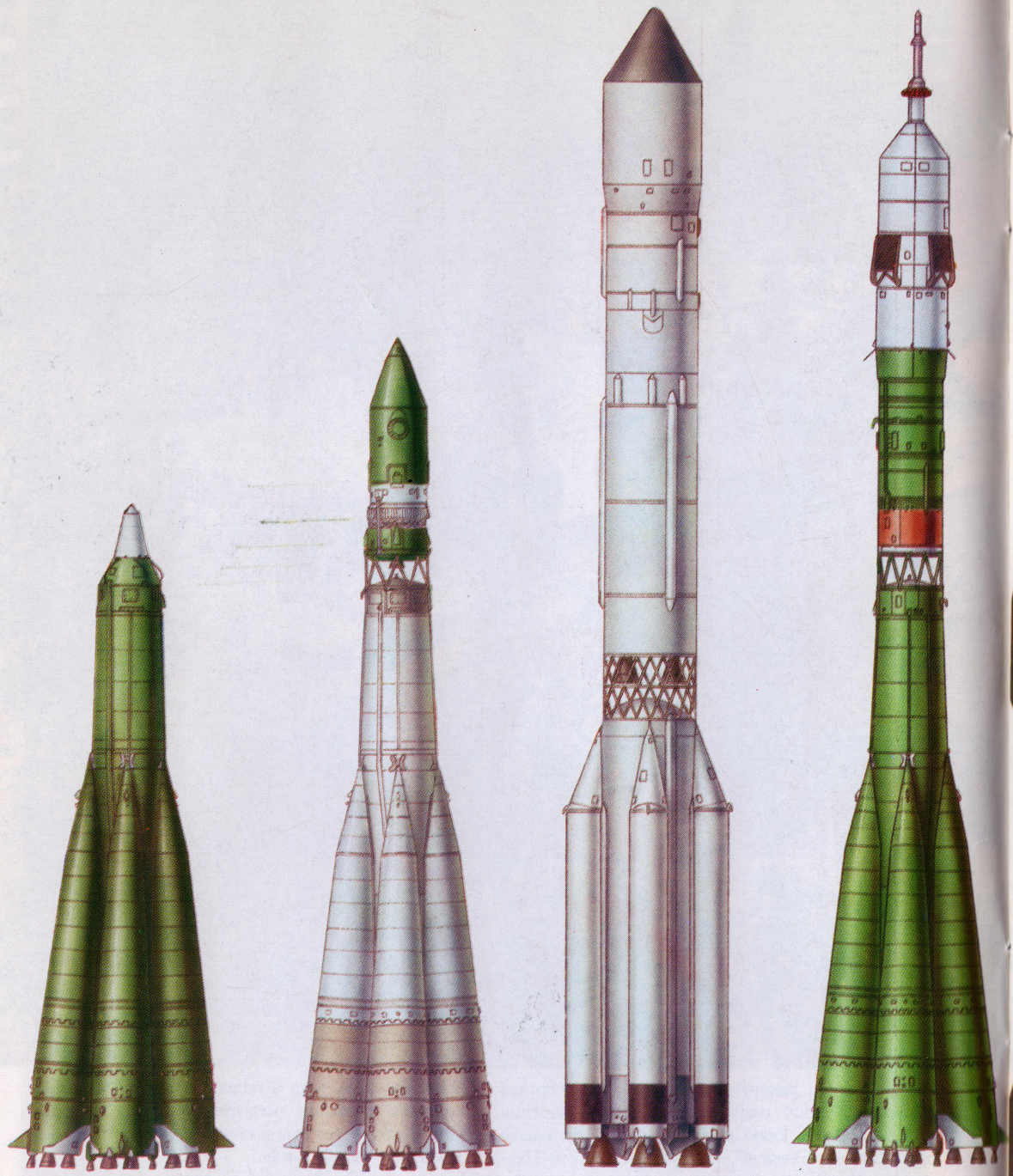
With the *Energia*, broad prospects open for development of international cooperation in space exploration – on a qualitatively new level.

Универсальная ракетно-космическая транспортная система "Энергия" разработана и создана многими коллективами во главе с Научно-производственным объединением "Энергия", основанным Сергеем Павловичем Королевым

8 октября 1988 года в подмосковном городе Калининграде состоялось открытие памятника Главному конструктору ракетно-космических систем - академику С. П. Королеву

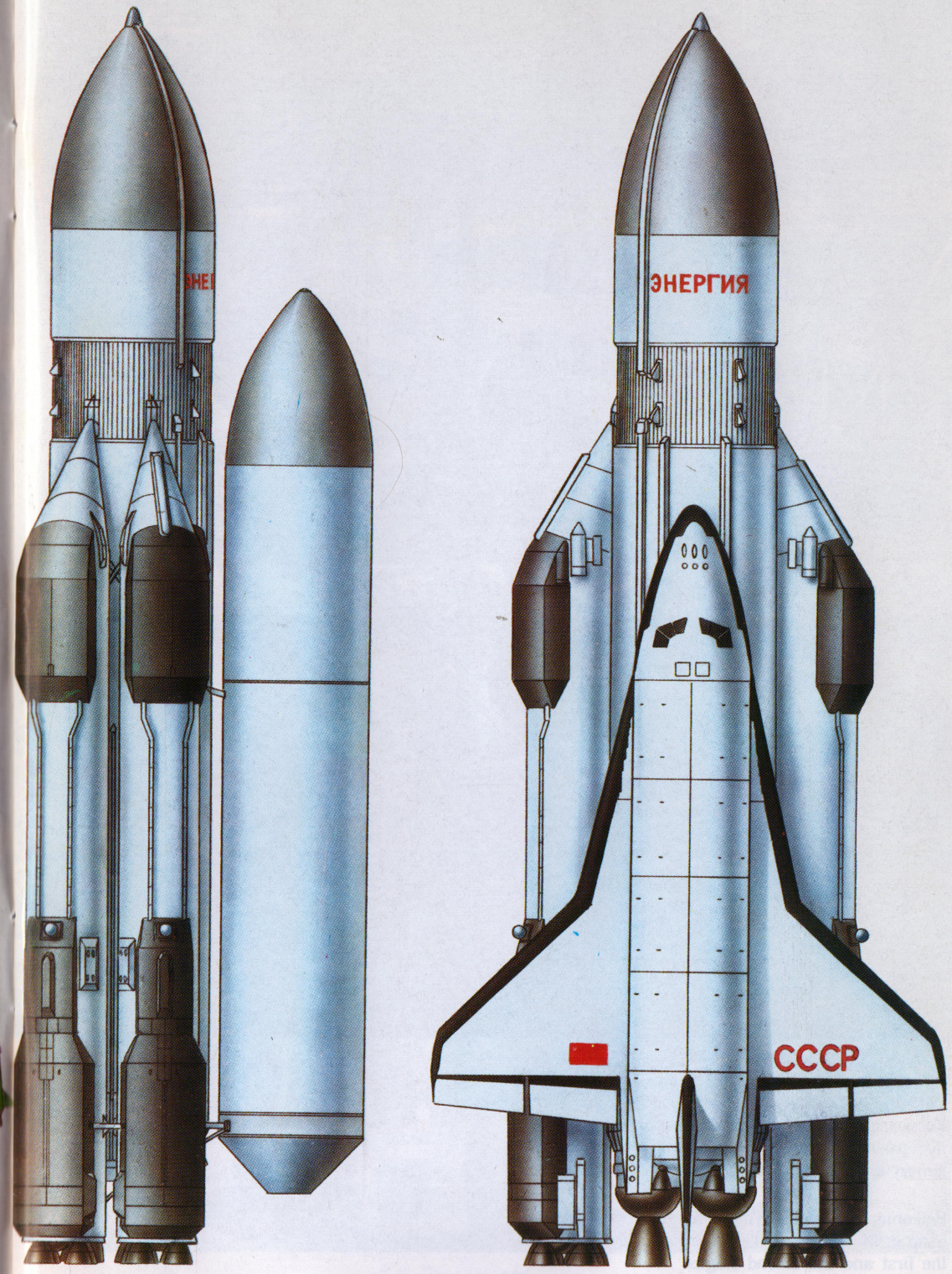
The multi-purpose carrier rocket *Energia* developed by a large group of scientists led by the staff of the *Energia* research and industrial association founded by Sergei Korolyov

A monument to Academician S. Korolyov, the famous soviet designer of space technology, opened in Kaliningrad moscow region, on october 8, 1988



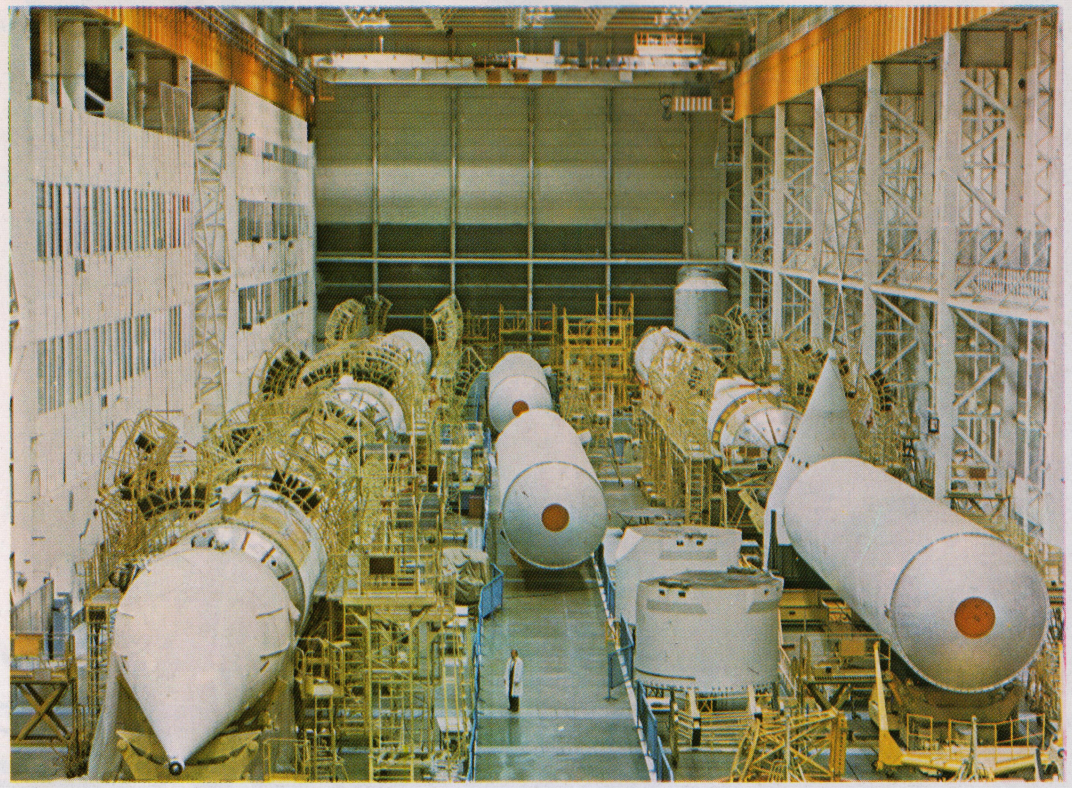
Советские ракеты-носители "Спутник", "Восток", "Протон", "Союз", "Энергия" с макетом космического аппарата, "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран"

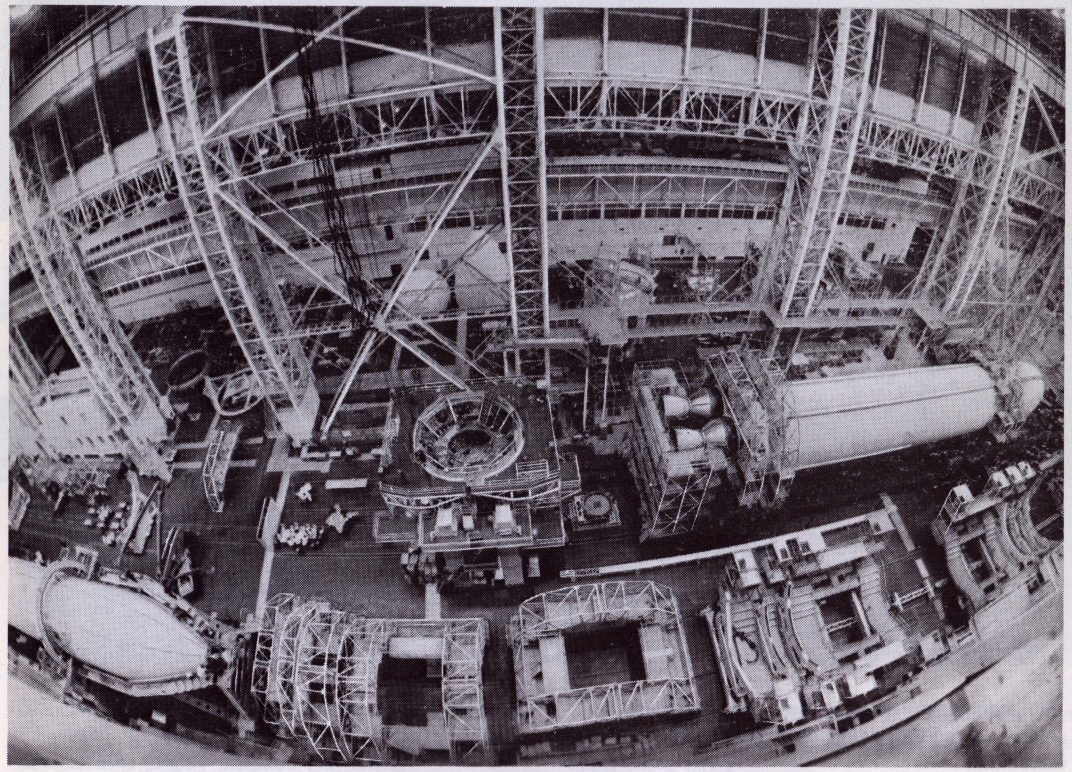
Soviet carrier rockets *Sputnik*, *Vostok*, *Proton*, *Soyuz*, *Energia* with the mock-up of a spaceship, *Energia* with the orbite space-shuttle *Buran*

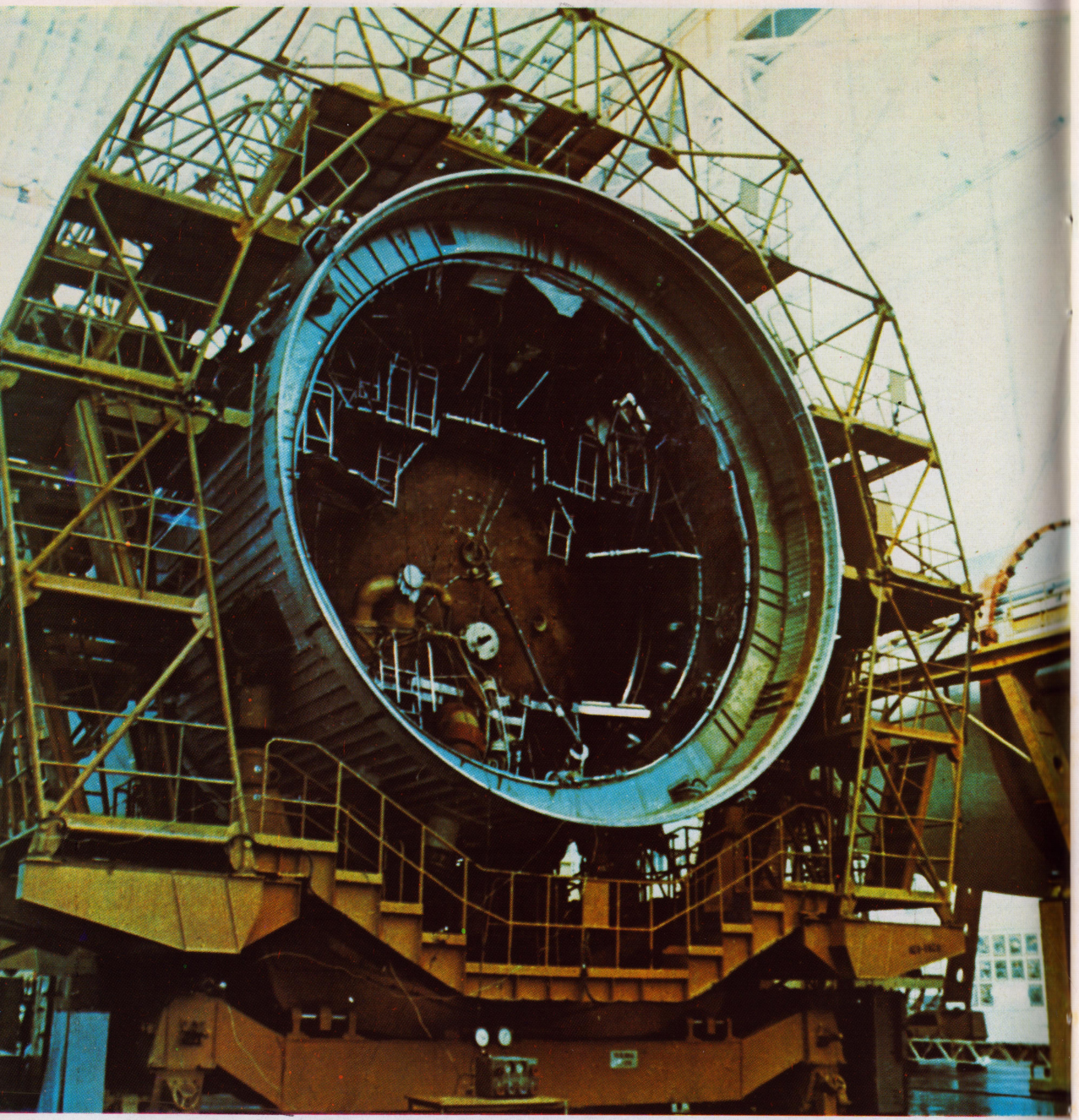


Космодром Байконур. Монтажно-испытательный корпус ракеты-носителя "Энергия". Идет сборка ракетных блоков первой и второй ступеней

Baikonur spaceport. The assembling and testing hangar of carrier rocket *Energia*. Assembling of the first and the second stages

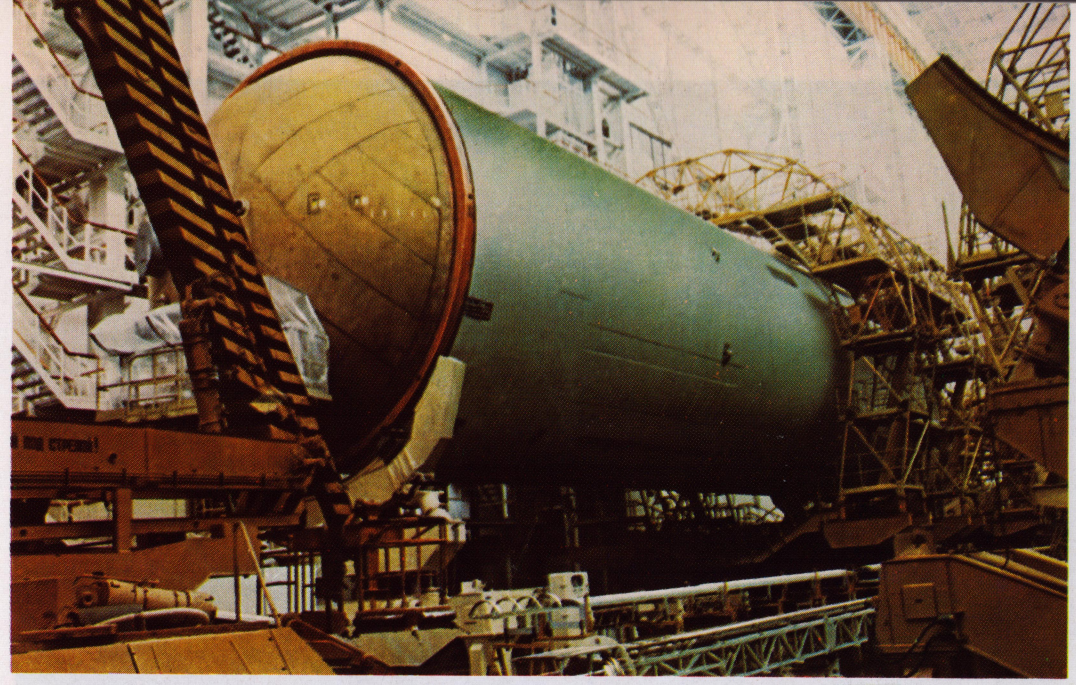






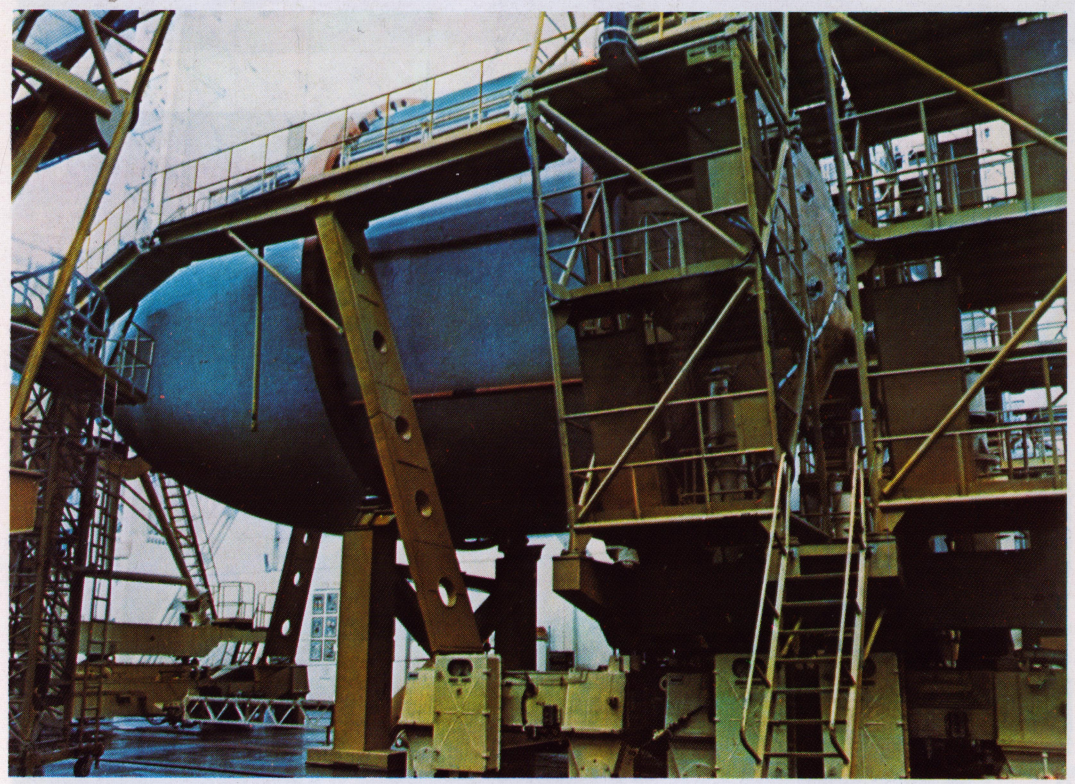
Межбаковый отсек второй ступени ракеты-носителя на монтажно-стыковочном оборудовании во время стыковки с баком окислителя

The inter-tank compartment of the carrier rocket's second stage is joined up with the oxidizer tank



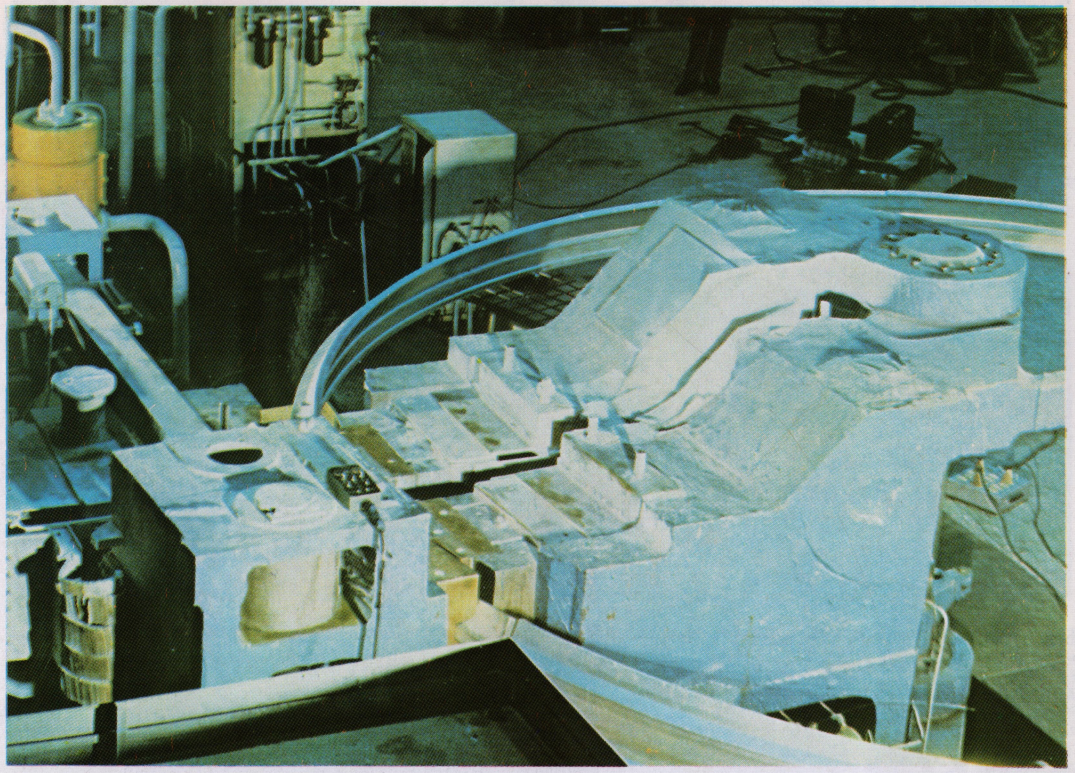
Бак горючего второй ступени ракеты-носителя "Энергия" на монтажно-стыковочном оборудовании до сборки в нижний полублок

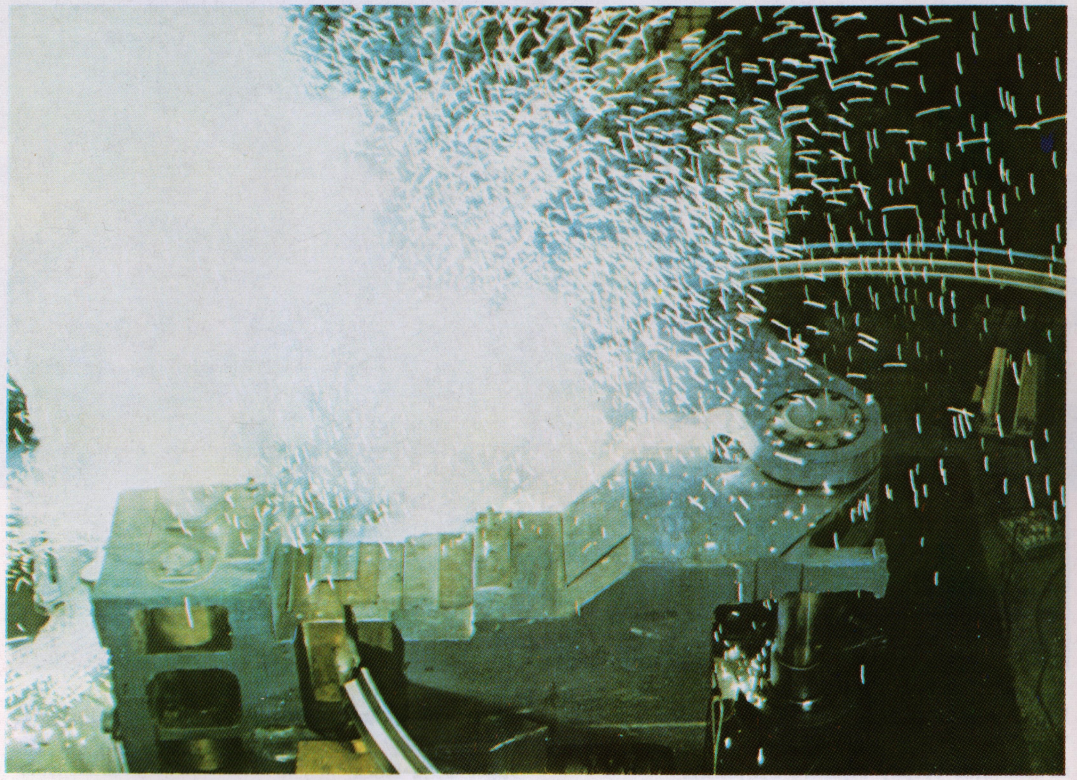
The fuel tank of *Energia's* second stage prior to the assembling in the lower semi-block

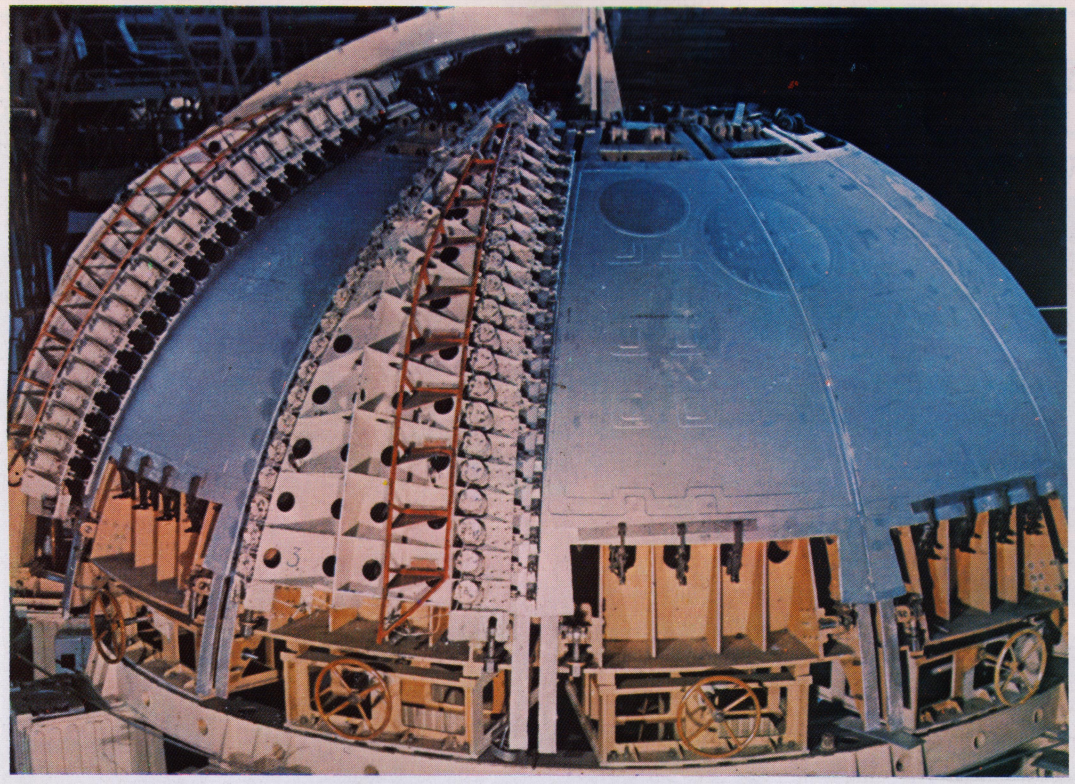


Бак окислителя второй ступени ракеты-носителя "Энергия" в монтажно-стыковочном стенде, обеспечивающем сборку верхнего полублока

The oxidizer tank of *Energia's* second stage in the assembly stand providing assembling of the upper semi-block







Сборка шпангоута перед сваркой

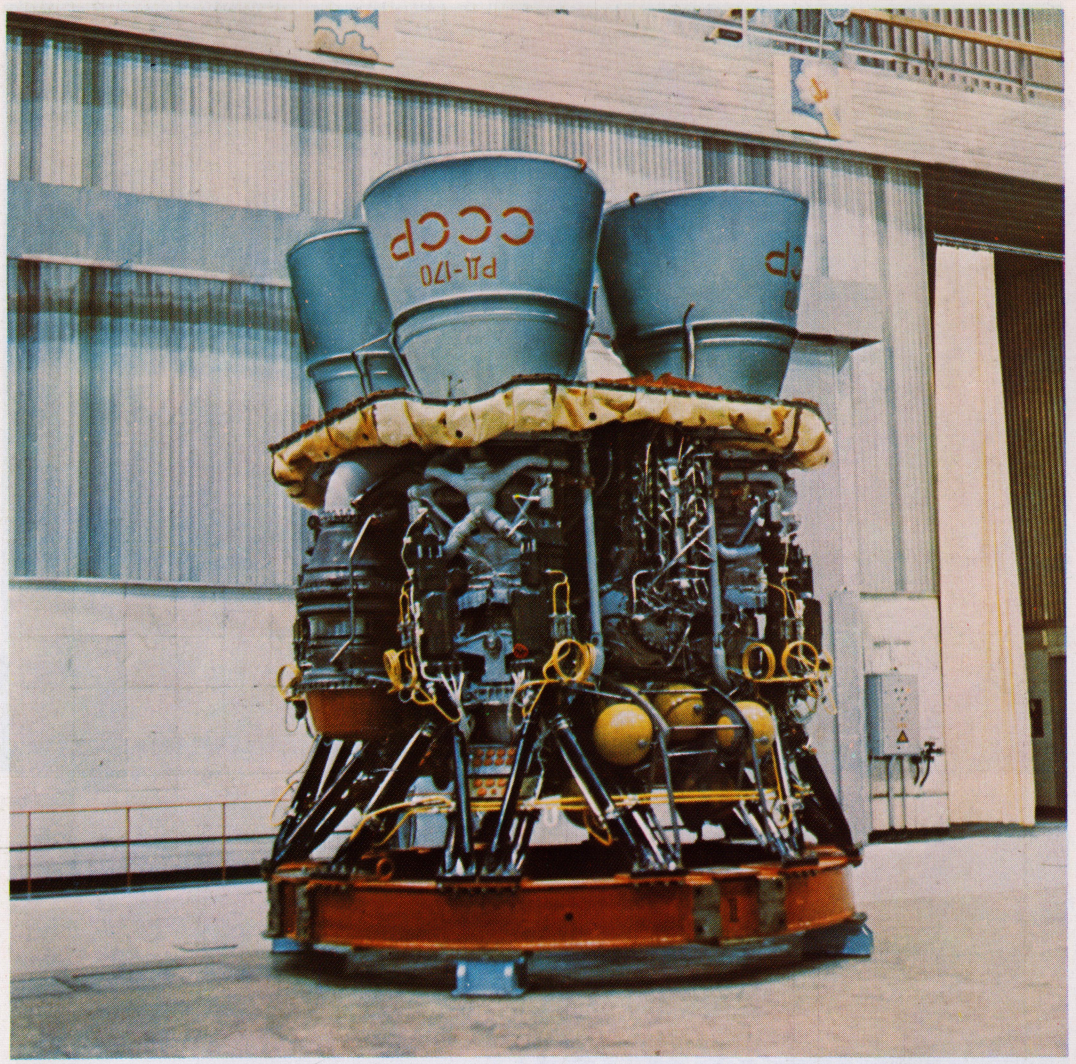
A frame is assembled prior to the welding

Контактно-стыковая сварка шпангоута

Butt-resistance welding of a frame

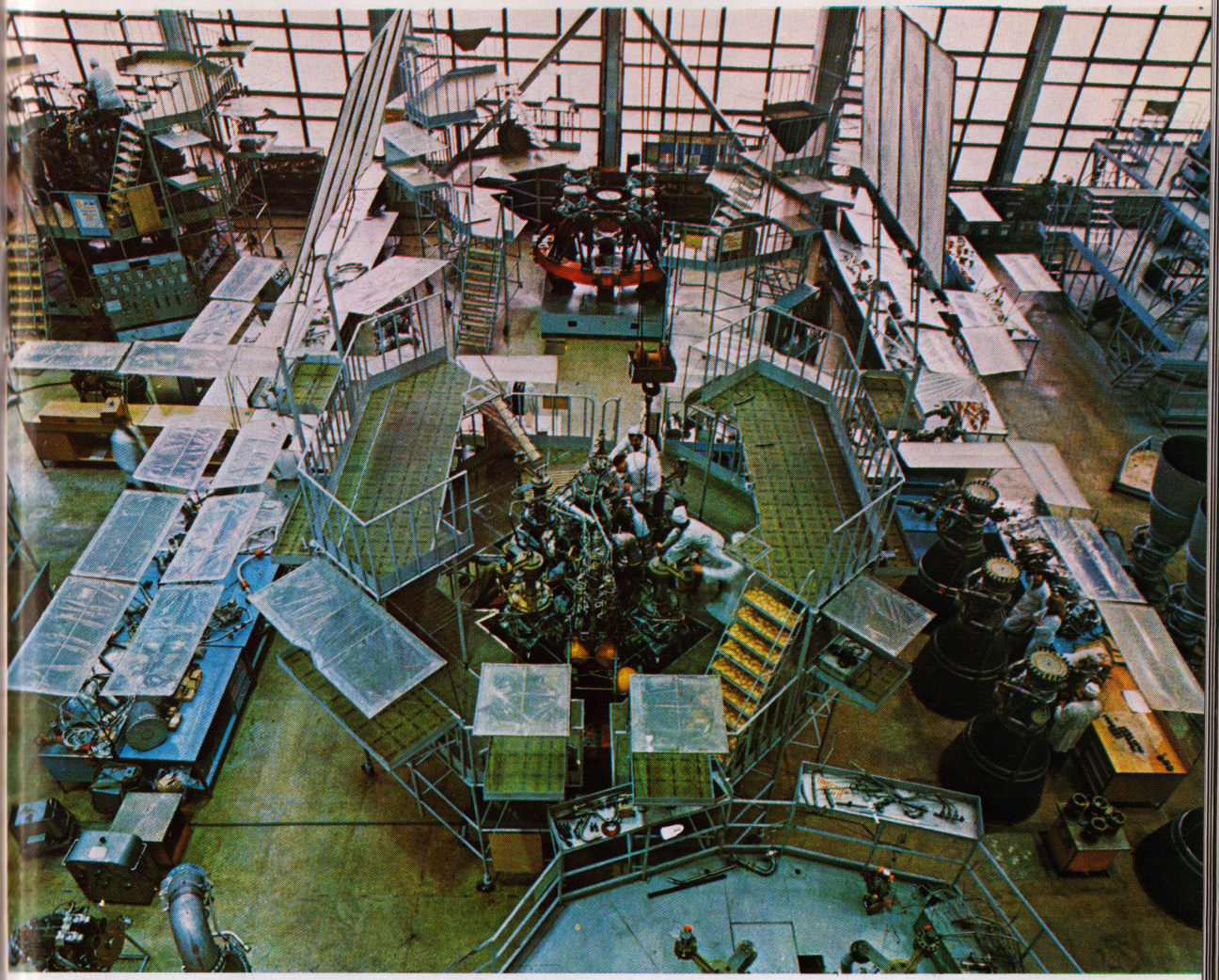
Стапель для сборки-сварки меридиональных швов сферических днищ

The jig to assemble and weld meridional joints of spherical bottoms



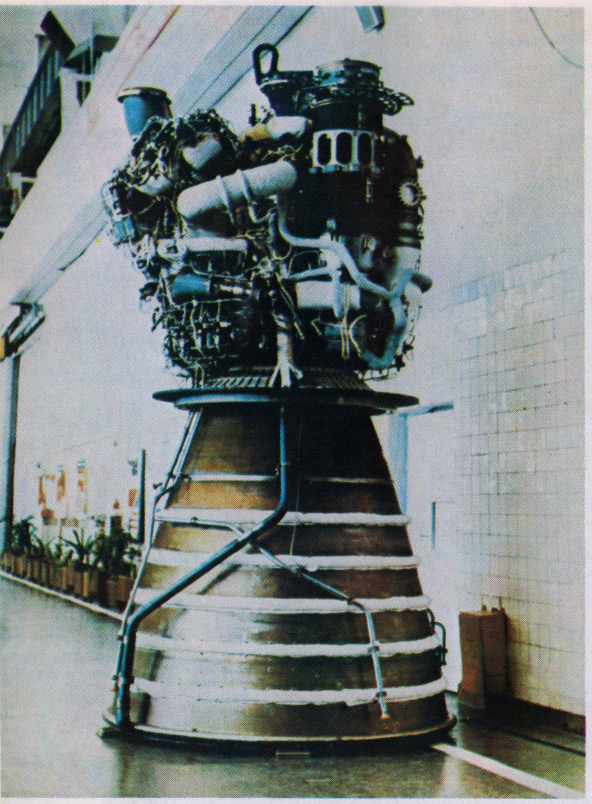
Двигатель РД-170 первой ступени ракеты-носителя

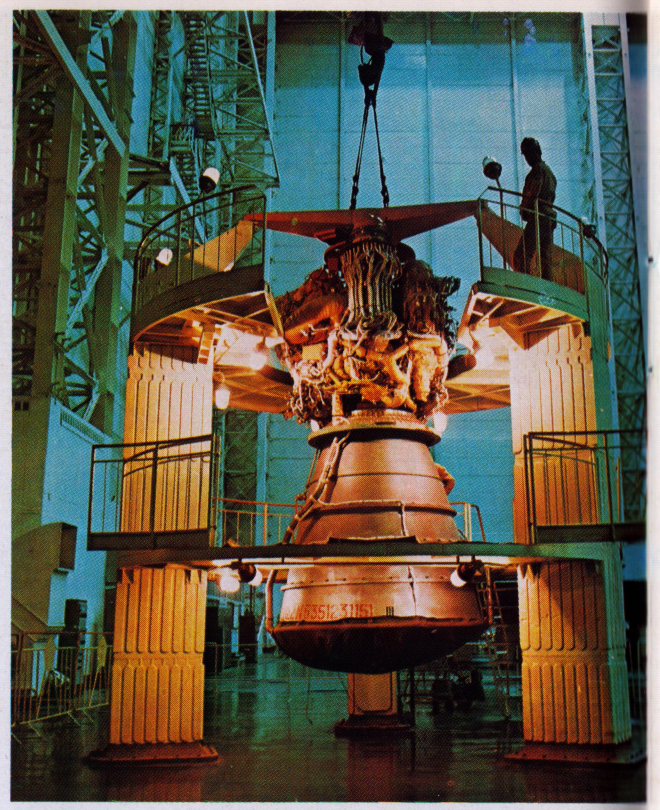
Engine RD-170 of the carrier rocket's first stage



Сборка двигателя РД-170 в сборочном цехе

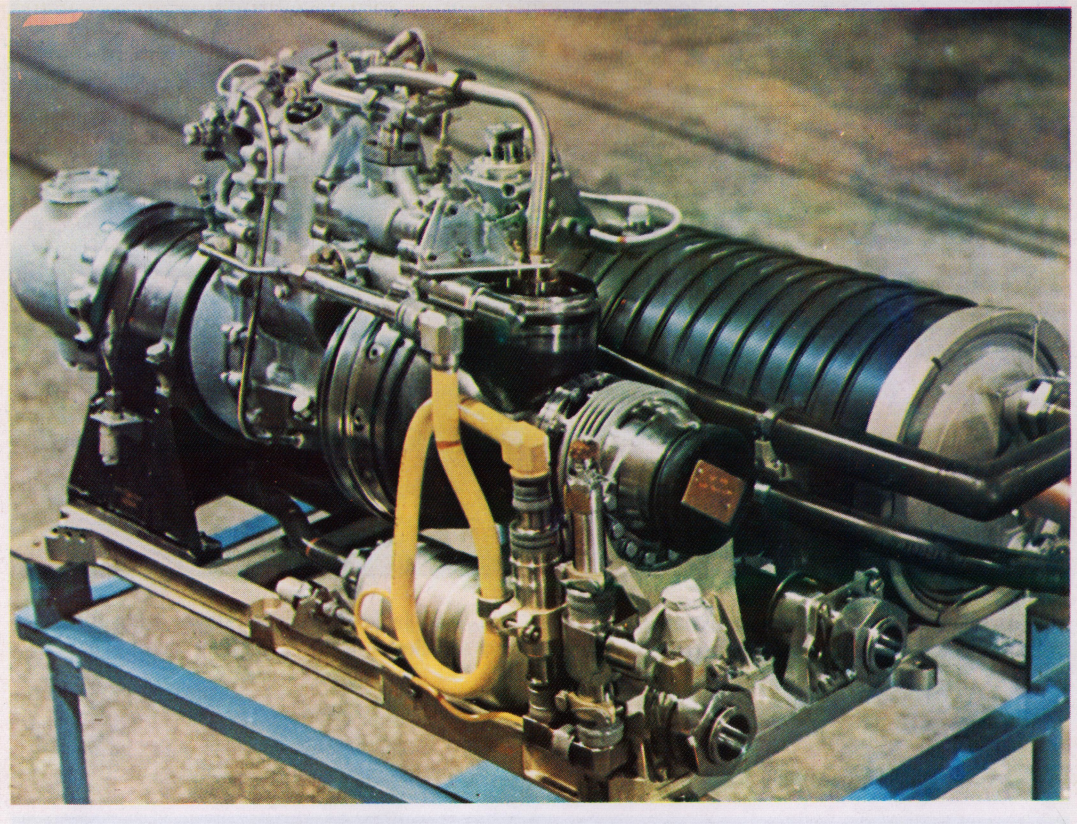
Assembling engine RD-170





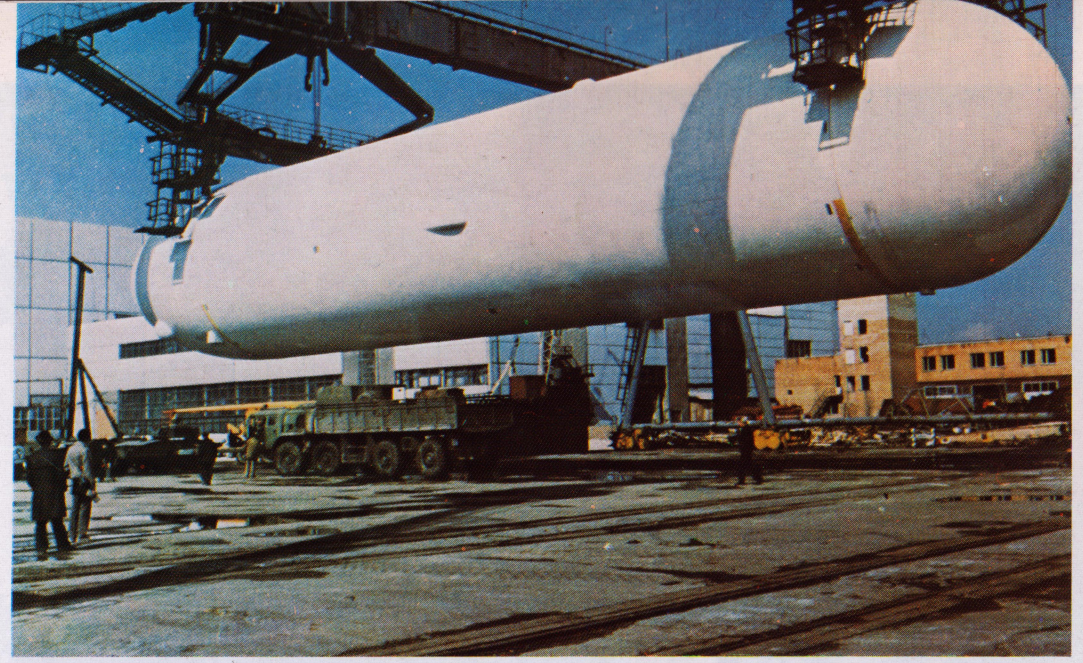
Кислородно-водородный двигатель второй ступени ракеты-носителя

The oxygen-hydrogen engine of the carrier rocket's second stage



Агрегат гидравлического питания рулевых приводов, обеспечивающий рабочее давление в контуре рулевых приводов поворота двигателей второй ступени

The steering gear power supply unit providing effective pressure in the steering gear circuit of the engines of second stage

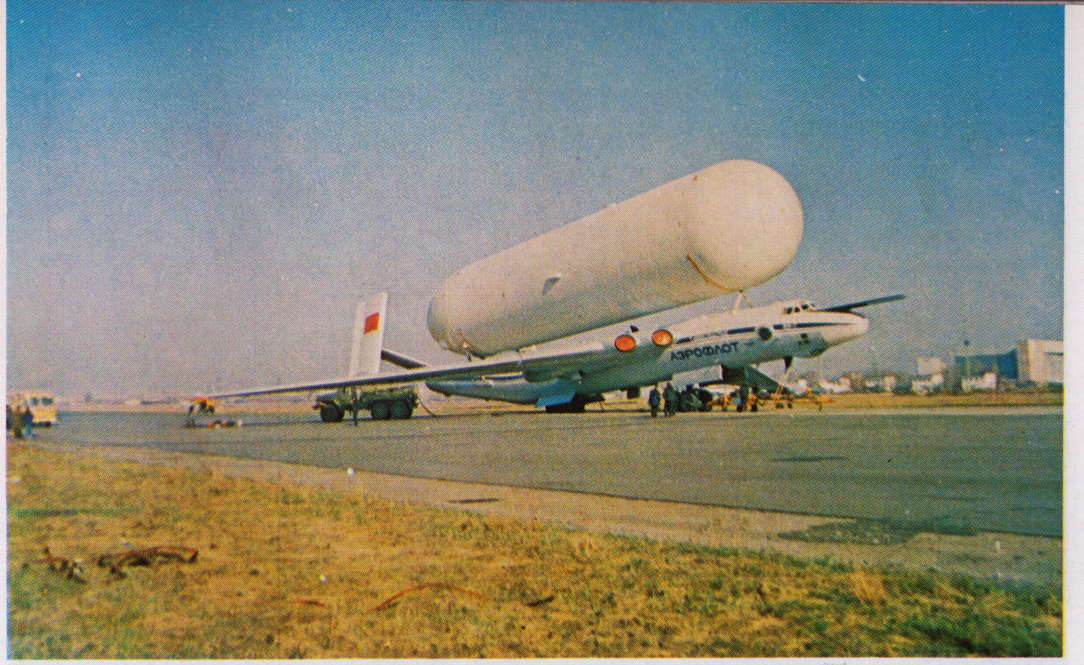


Бак горючего второй ступени с обтекателем и стекателем под подъемным устройством

The fuel tank of second stage with a fairing and a deflector under a hoisting gear

Установка бака горючего второй ступени ракеты-носителя на самолет-транспортировщик

The fuel tank of the carrier rocket's second stage is fixed onto a transportation plane

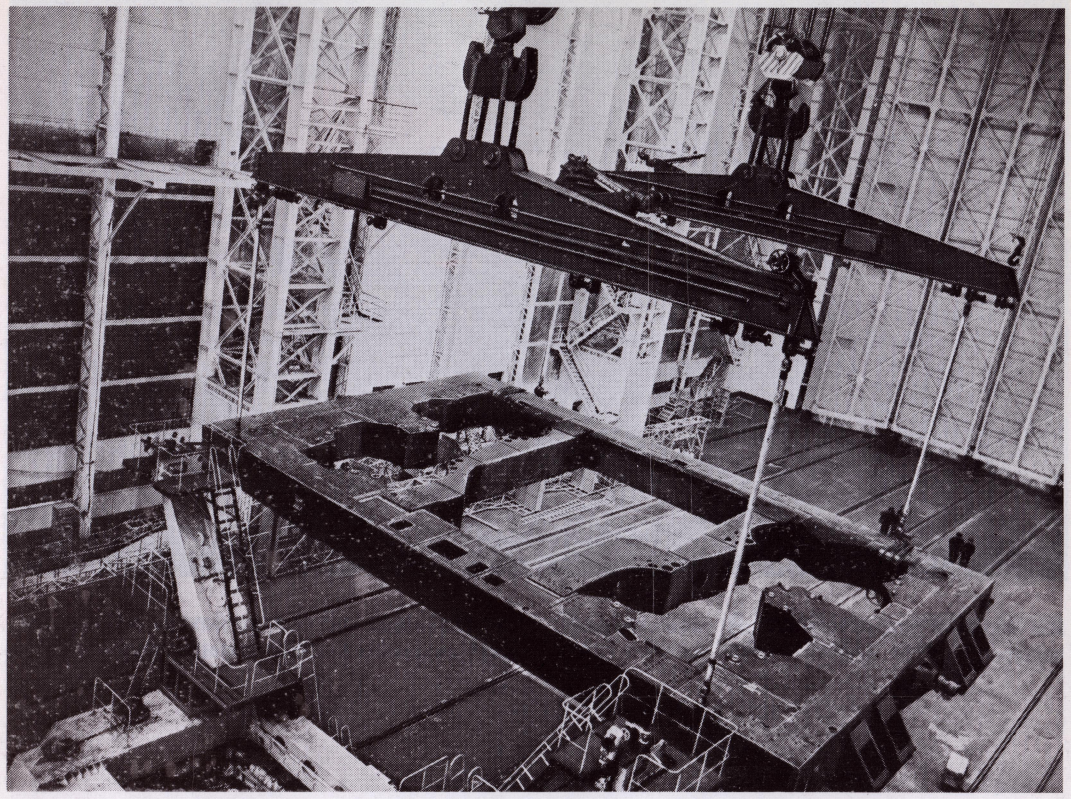


Бак горючего второй ступени на самолете-транспортировщике

The fuel tank of the carrier rocket's second stage mounted on a transportation plane

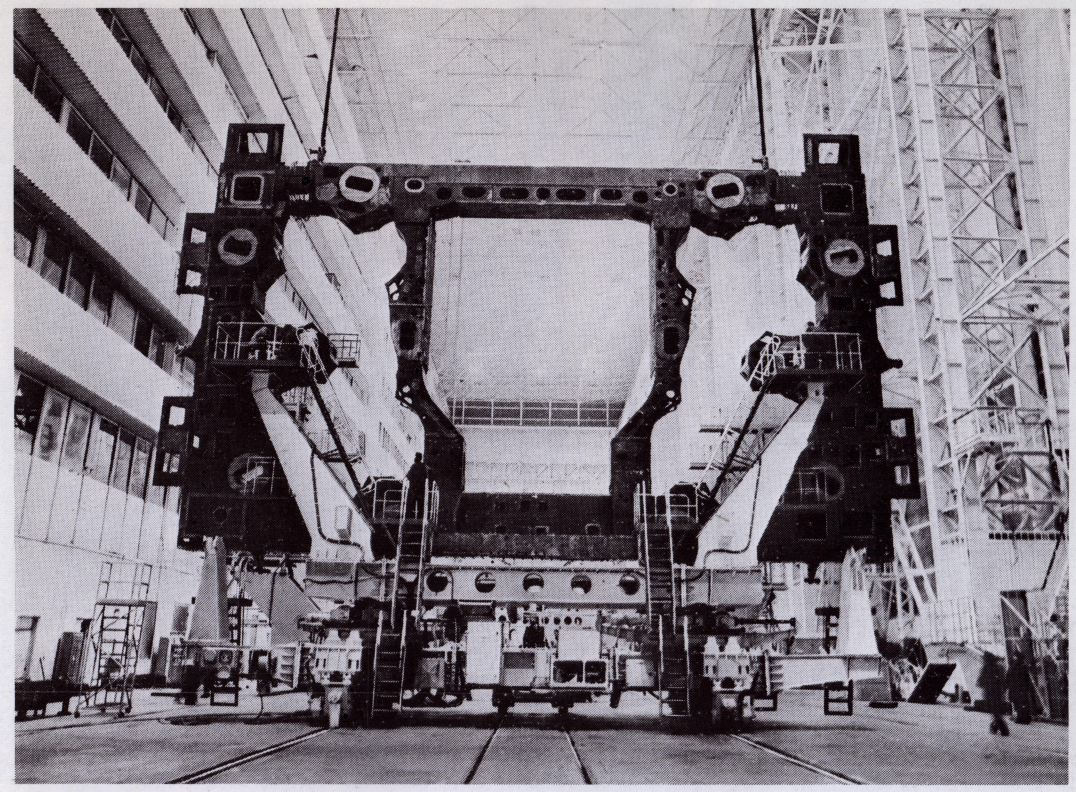
Взлет самолета-транспортировщика с верхним полублоком второй ступени

A transportation plane with the upper semi-block of second stage, is taking off



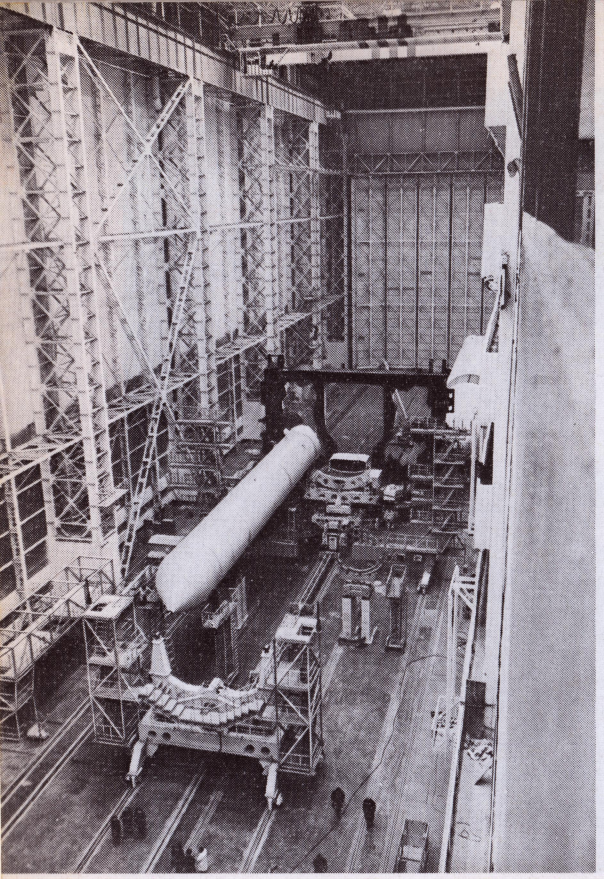
Стартово-стыковочный блок ракеты-носителя "Энергия"

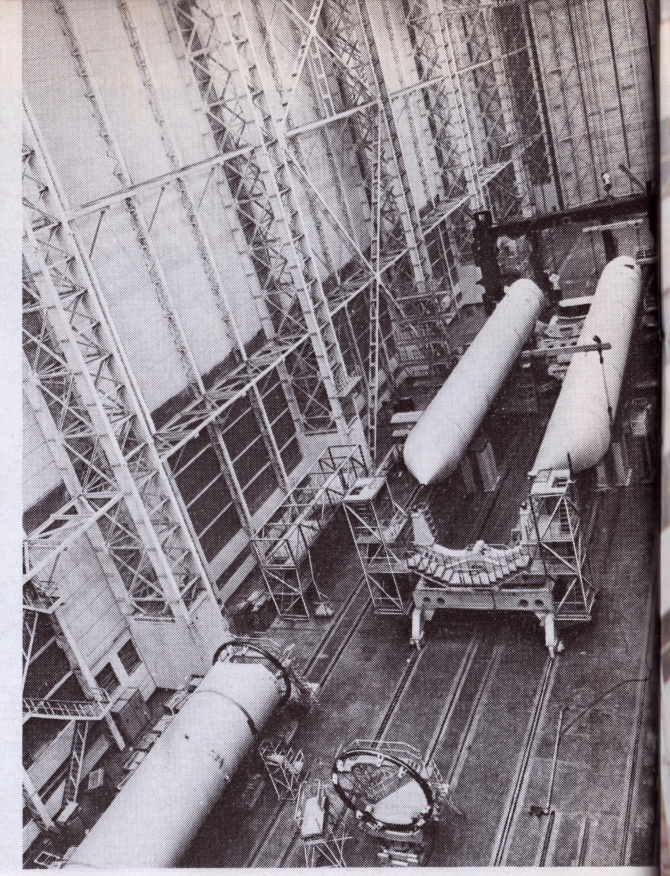
The launching unit of the carrier rocket *Energia*

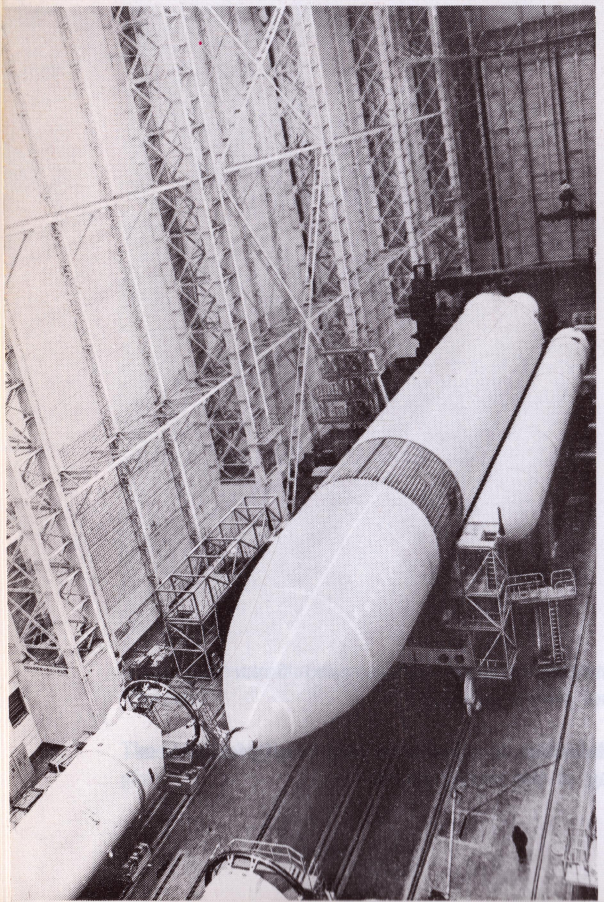


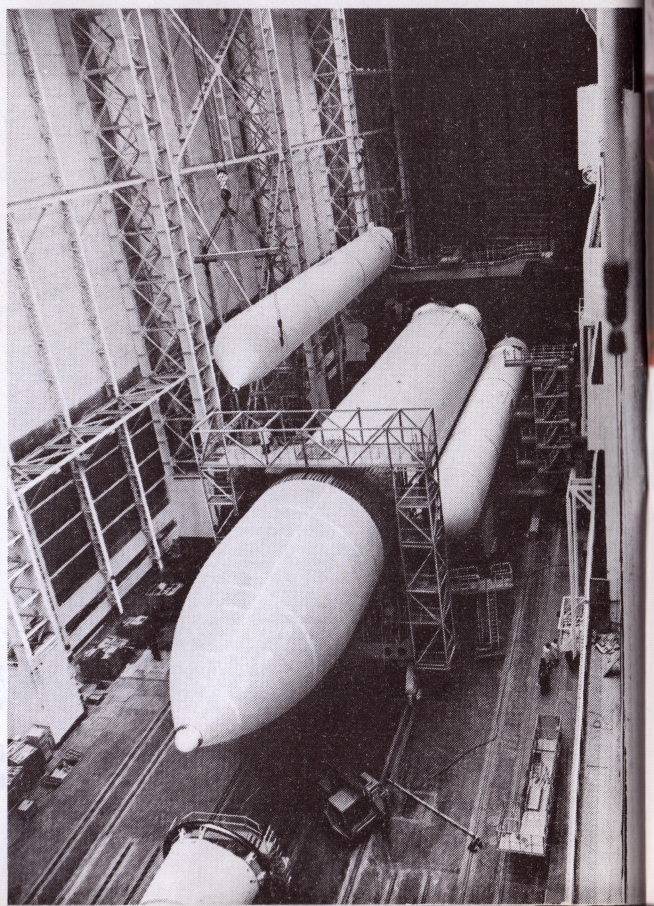
Установка стартово-стыковочного блока для монтажа ракеты-носителя

Installation of the launching unit for assembling of the carrier rocket









Сборка ракеты-носителя "Энергия" в монтажно-испытательном корпусе космодрома

Carrier rocket *Energia* is assembled at the assembling and testing hangar of Baikonur spaceport

Собранная ракета-носитель "Энергия" в пролете монтажно-испытательного корпуса

The assembled carrier rocket *Energia* at the assembling and testing hangar of Baikonur spaceport

Монтажно-испытательный корпус космодрома. Участок сборки ракеты-носителя

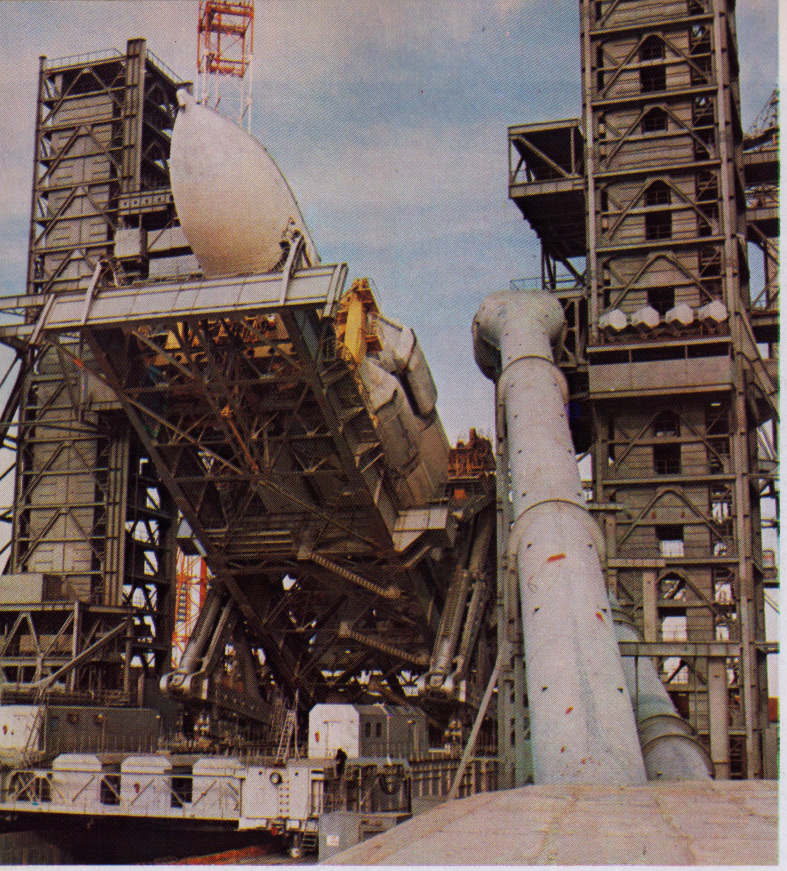
The assembling and testing hangar of Baikonur spaceport. The assembly bay of the carrier rocket

Ракета-носитель "Энергия" уложена на транспортно-установочный агрегат и готова к вывозу из монтажно-испытательного корпуса

Carrier rocket *Energia* prior to its transportation from the assembling and testing hangar to the launching pad of Baikonur spaceport

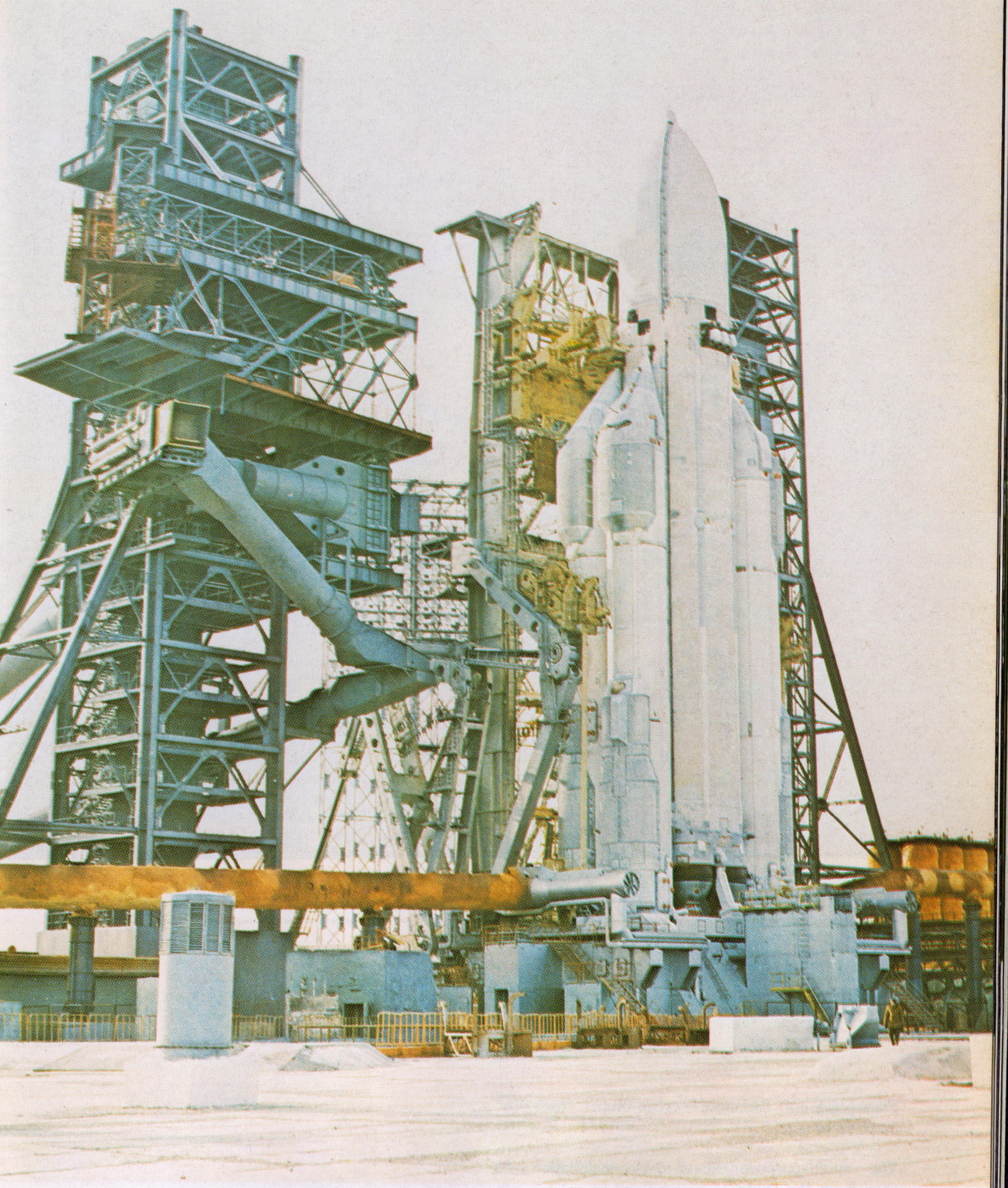
Завершение транспортировки ракеты-носителя "Энергия" на стартовый комплекс

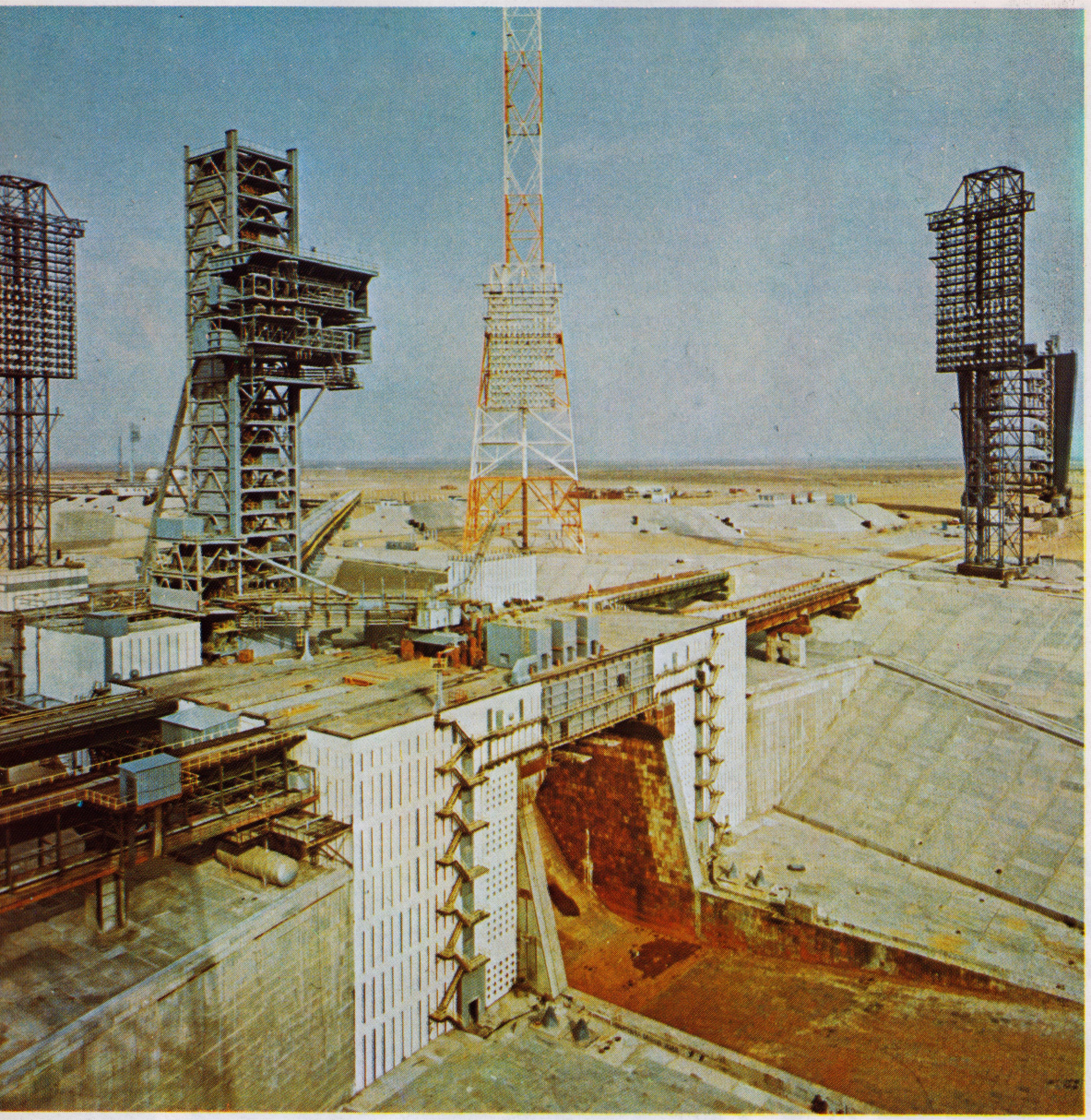
Carrier rocket *Energia* has been delivered to the launching pad of Baikonur spaceport



Подъем ракеты-носителя "Энергия" на пусковую установку стартового комплекса

Carrier rocket *Energia* is lifted to the launcher



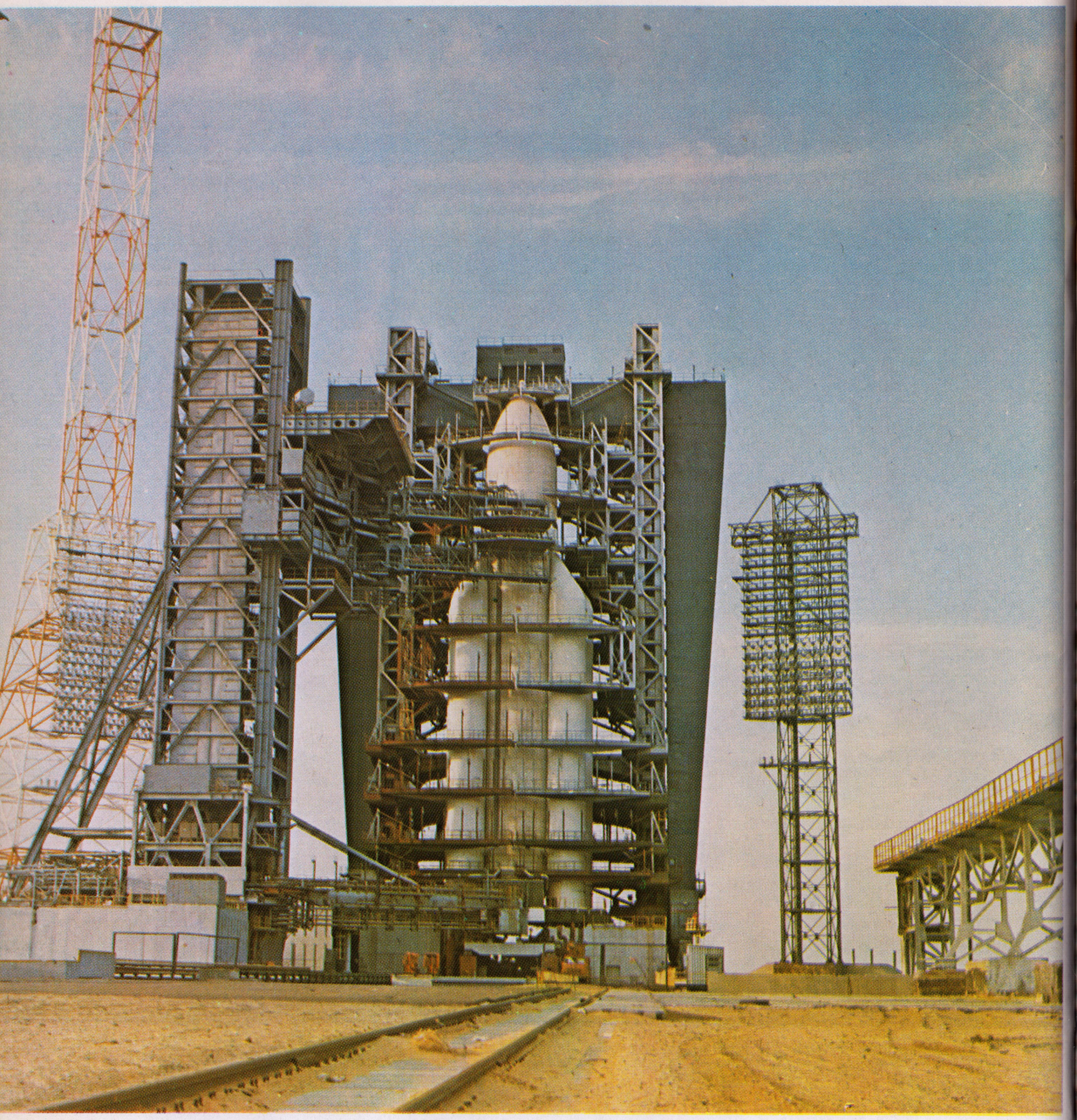


Универсальный комплекс "стенд-старт" (вид со стороны лотка)

The multi-purpose stand-start installation as seen from the chute

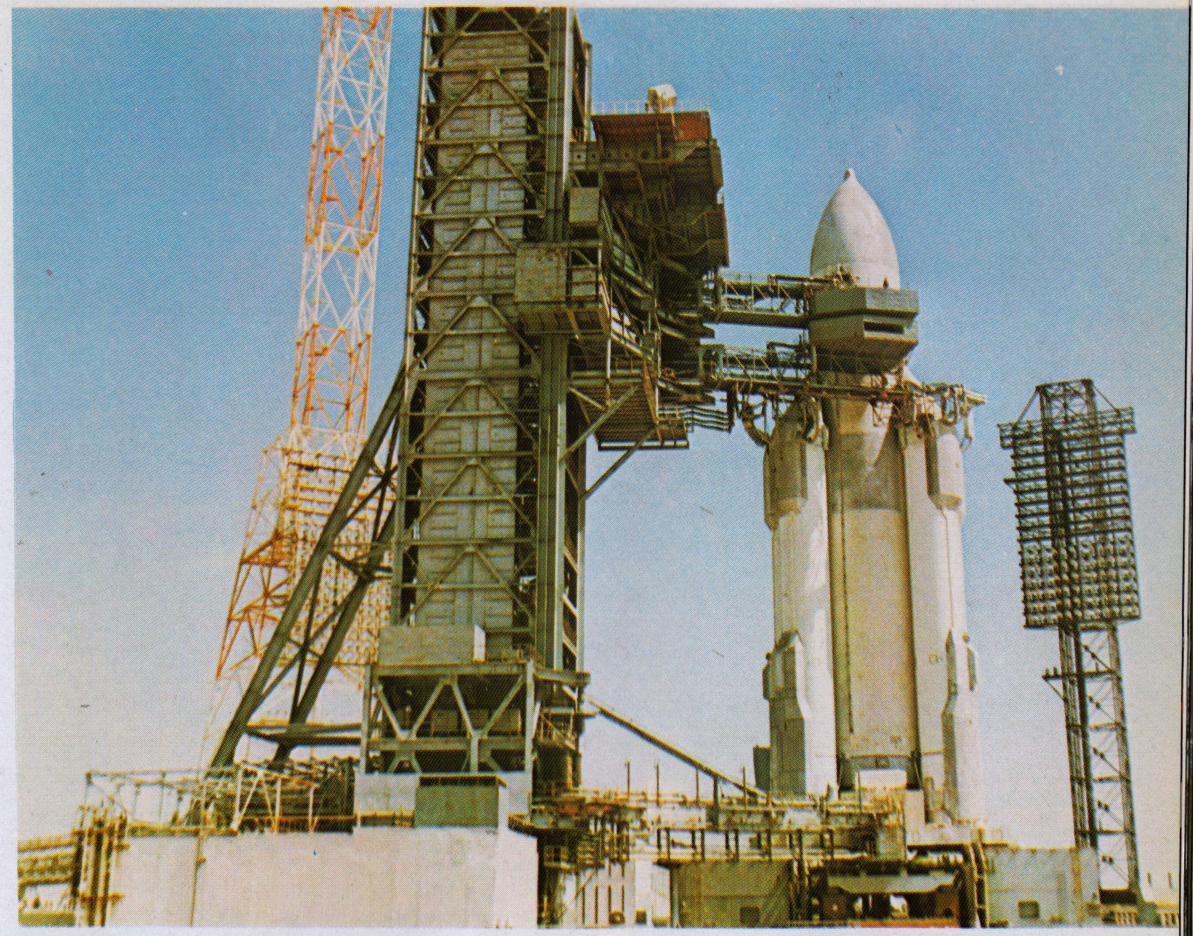
Панорама комплекса "стенд-старт" с ракетой-носителем "Энергия"

The multi-purpose stand-start installation with the carrier rocket *Energia*



Ракета-носитель "Энергия" на комплексе "стенд-старт" с башней обслуживания

Carrier rocket *Energia* on the stand-start installation with the service tower



Ракета-носитель "Энергия" на комплексе "стенд-старт" (вид со стороны подъездных путей)

Carrier rocket *Energia* on the stand-start installation as seen from the spur tracks

Рабочее место оператора системы контроля заправки ракеты-носителя "Энергия"

The operator's position at the refueling control system of the carrier rocket *Energia*

15 мая 1987 года в 21 час 30 мин московского времени с космодрома Байконур осуществлен первый пуск универсальной ракеты-носителя "Энергия"

On May 15, 1987, at 21.30 Moscow time, the multi-purpose carrier rocket *Energia* was launched for the first time from Baikonur spaceport

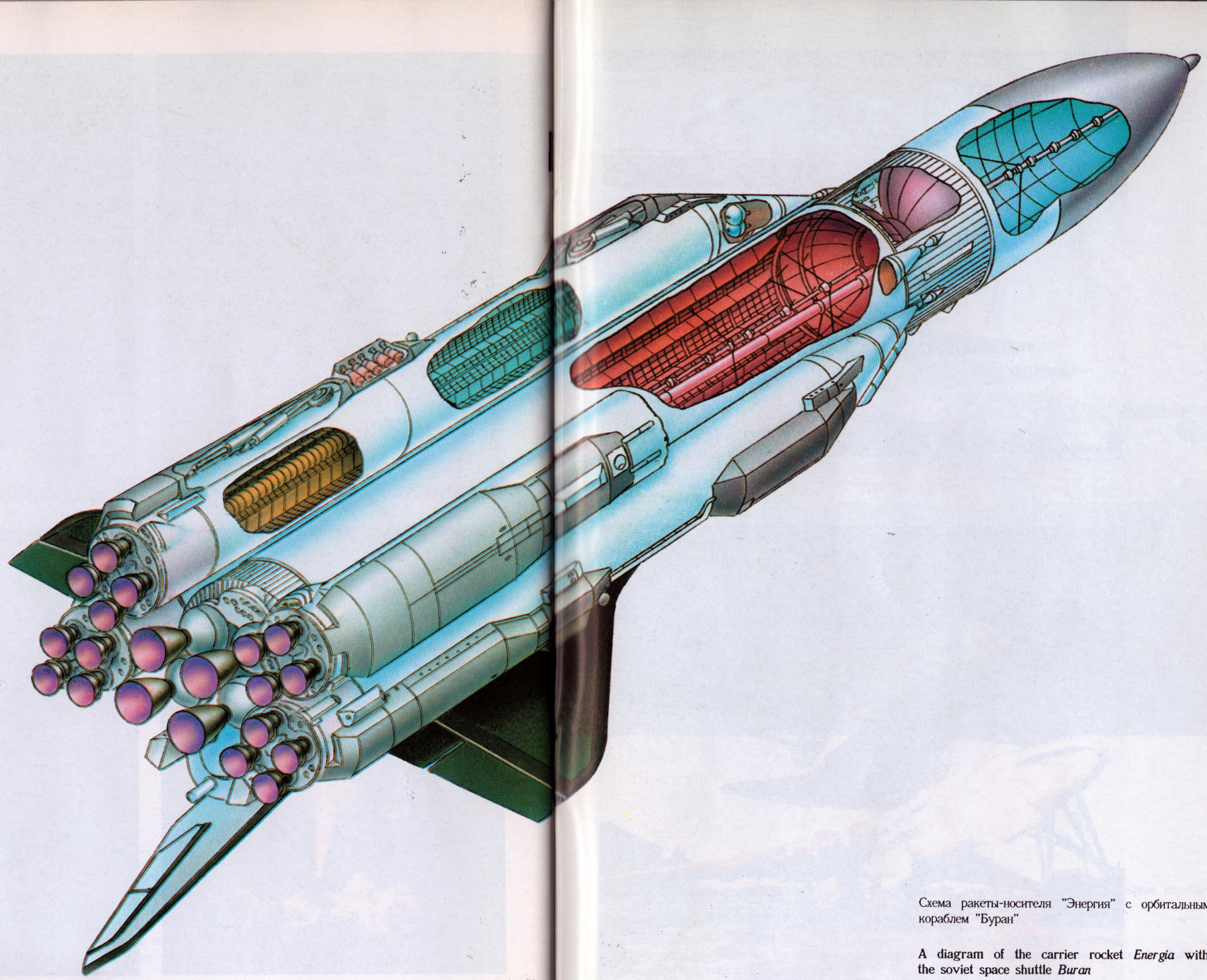
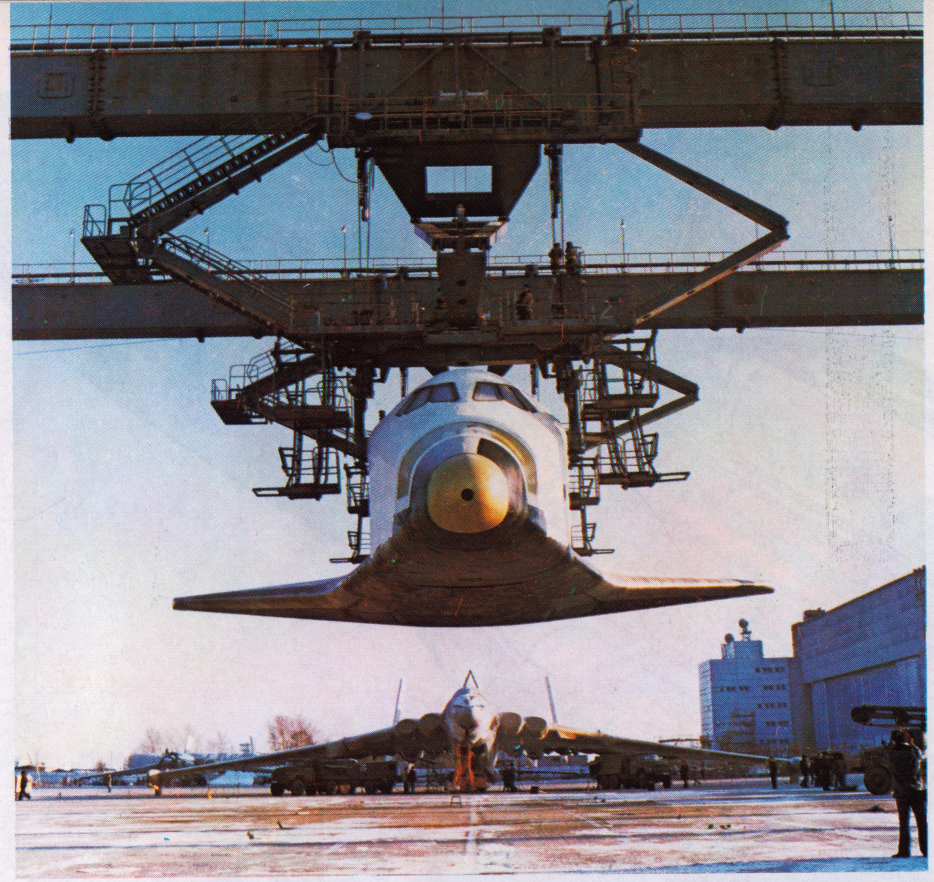


Схема ракеты-носителя "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран"

A diagram of the carrier rocket *Energia* with the soviet space shuttle *Buran*

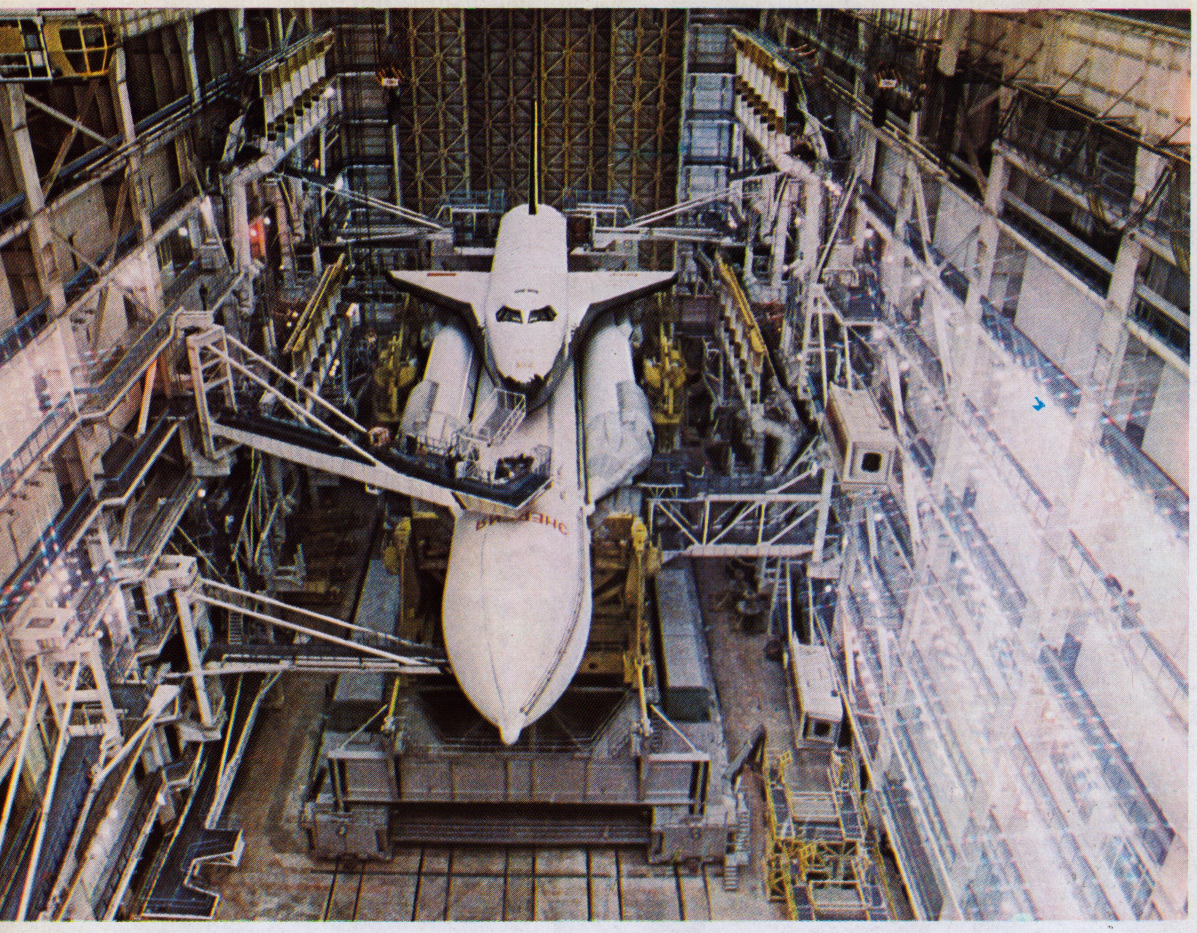


Установка орбитального корабля "Буран" на самолет-транспортировщик для доставки на технический комплекс космодрома Байконур

Spaceship *Buran* is mounted onto a transportation plane to be taken to the technological department of Baikonur spaceport

Взлет самолета "Мрия" с орбитальным кораблем "Буран"

The plane *Mriya* with the spaceship *Buran* is taking off

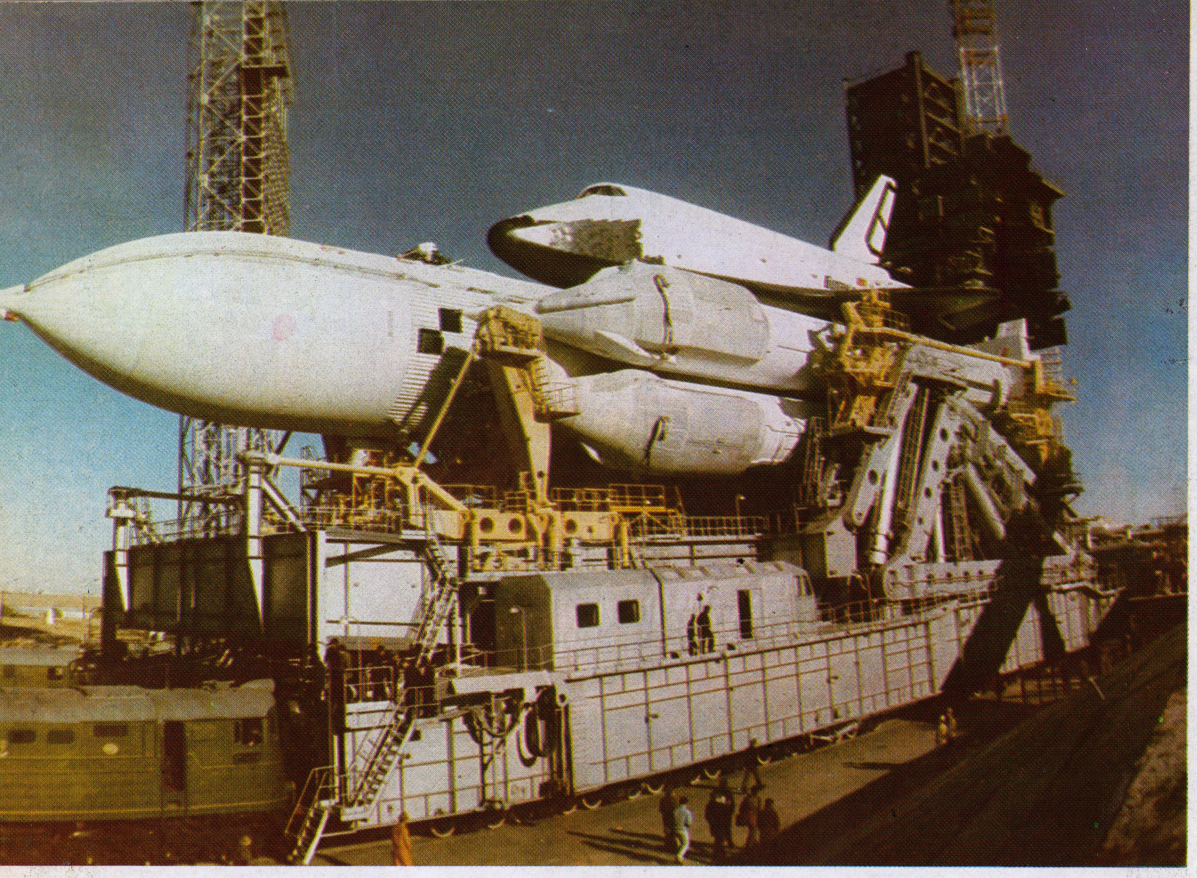


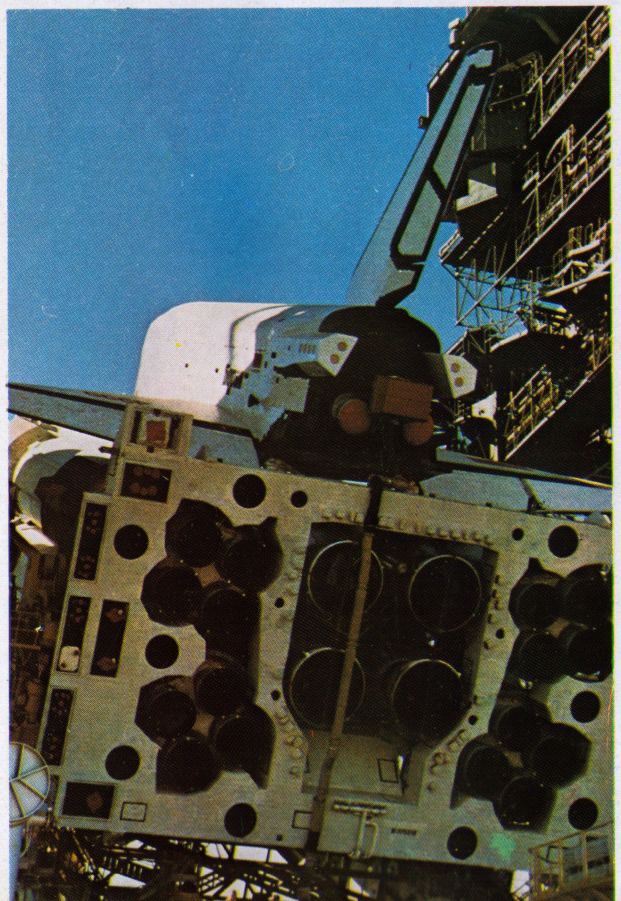
Ракета-носитель "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран" в монтажно-заправочном корпусе

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* in the assembling and re-fueling hangar of baikonur spaceport

Ракета-носитель "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран" готова к вывозу из монтажно-заправочного корпуса

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* prior to the transportation from the assembling and re-fueling hangar to the launching pad of Baikonur spaceport



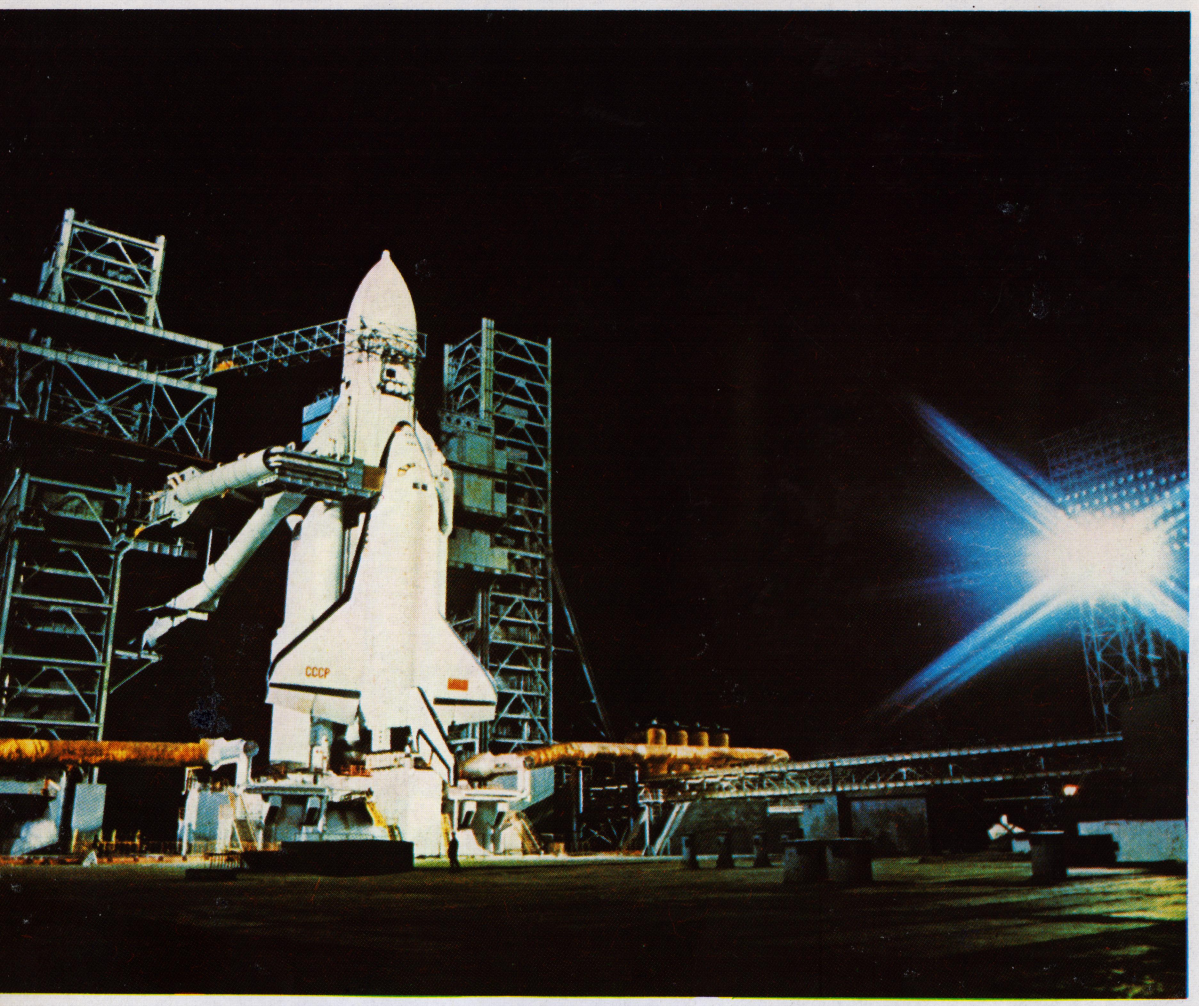


Вывоз ракеты-носителя "Энергия" с кораблем "Буран" на транспортно-установочном агрегате

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* are transported from the assembling and refueling hangar to the launching pad of Baikonur spaceport

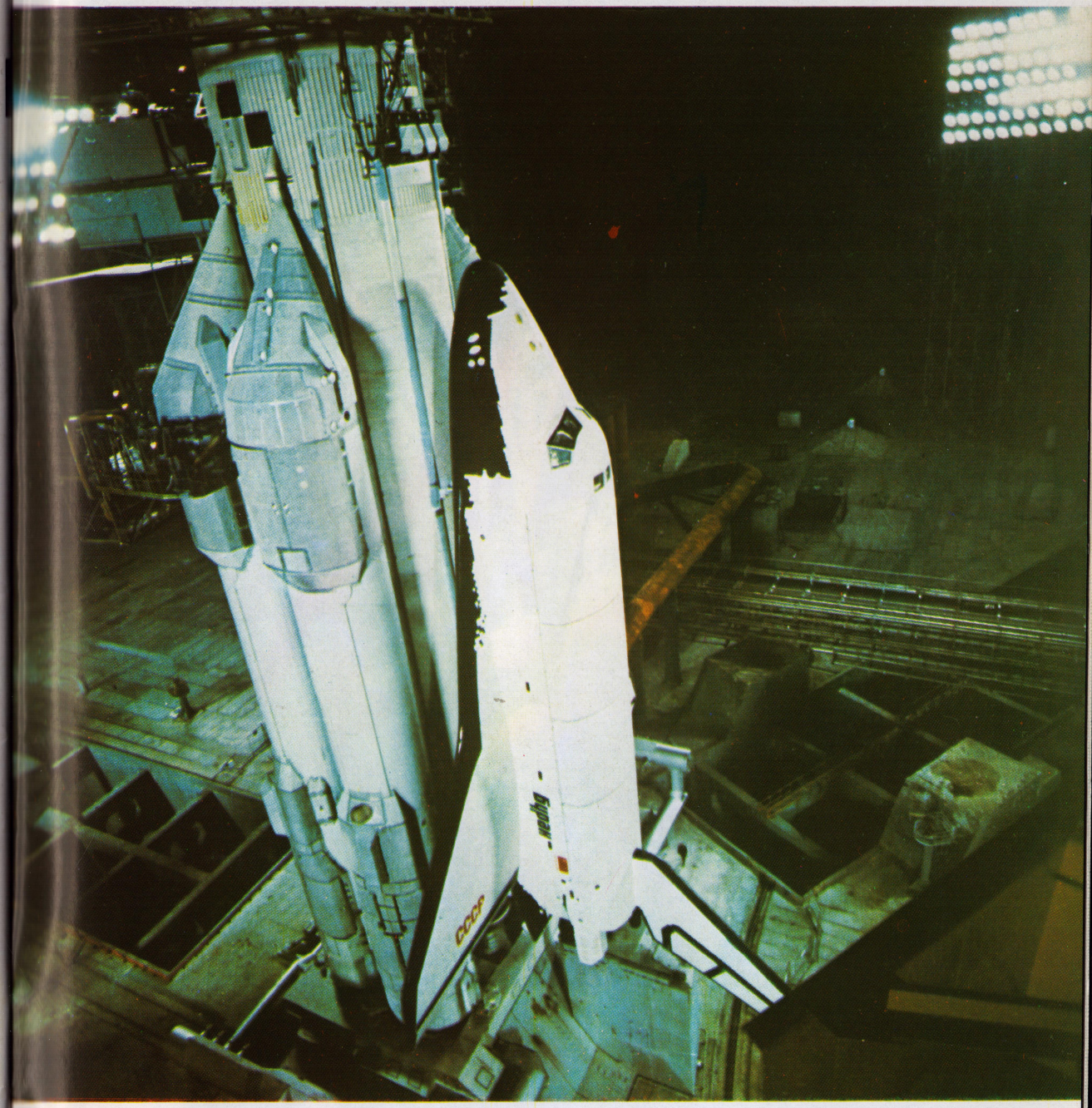
Ракета-носитель "Энергия" с кораблем "Буран" во время установки на стартовый комплекс

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* are installed on the launching pad of Baikonur spaceport



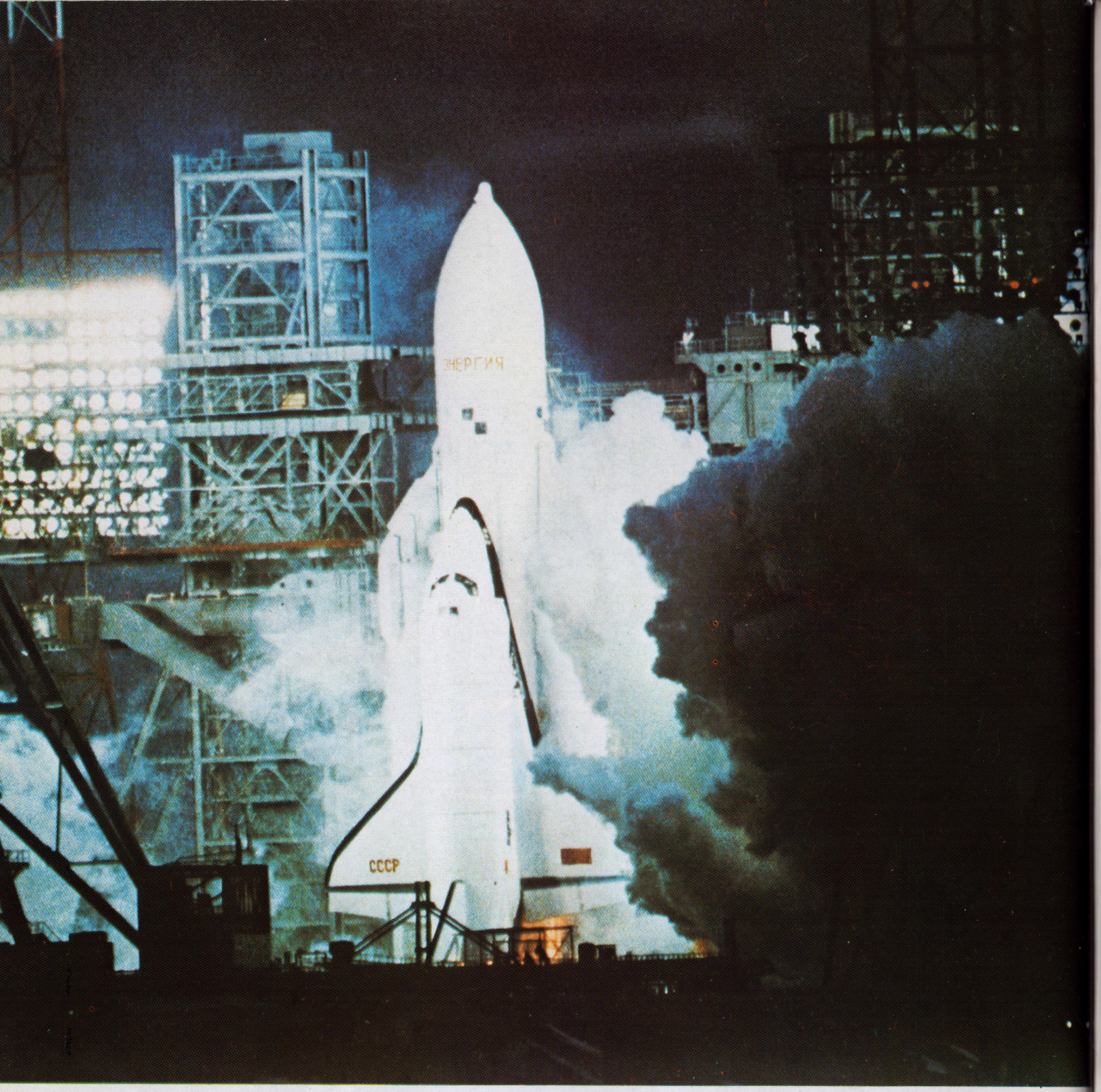
Ракета-носитель с орбитальным кораблем "Буран" в ночь перед стартом

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* on the launching pad of Baikonur spaceport



Ракета-носитель "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран" на стартовом комплексе

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* on the launching pad of Baikonur spaceport prior to the launch



15 ноября 1988 года в 6 часов московского времени в Советском Союзе осуществлен старт универсальной ракетно-космической транспортной системы "Энергия" с кораблем многоразового использования "Буран"

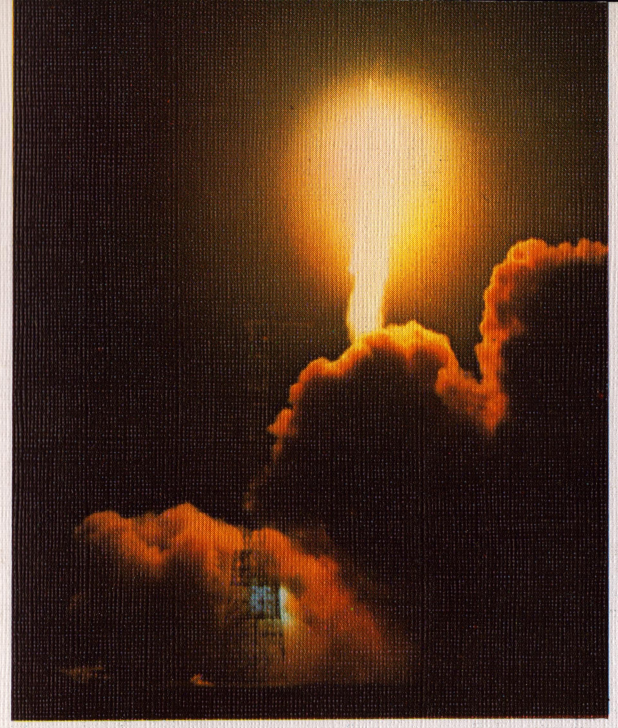
The multi-purpose carrier rocket *Energia* with the soviet space shuttle *Buran* were launched from Baikonur spaceport on November 15, 1988, at 06.00 Moscow Time

Ракета-носитель "Энергия" с орбитальным кораблем "Буран" в полете

Carrier rocket *Energia* with the recoverable spaceship *Buran* in the flight

15 ноября 1988 года в 9 часов 25 минут московского времени орбитальный корабль "Буран", выполнив двухвитковый полет по орбите вокруг Земли, приземлился на посадочную полосу космодрома Байконур

Having made two circuits of the Earth, the soviet space shuttle *Buran* landed at Baikonur spaceport on November 15, 1988



ББК 39.6
С77
УДК 629.78 (06)

С77 **Стартует "Энергия".** — М.: Машиностроение, 1989. — 56 с.: ил.
ISBN 5-217-00797-4

С $\frac{3500000000-401}{038\,(01)-90}$ **Без объявл.** **ББК 39.6**

Авторы текста и составители *А.П. Егоров, Г.С. Кутаев, В.М. Филин*
Использованы фотографии из фондов Фотохроники ТАСС.
Фотографии выполнены *Р.И. Рубцовым, Ю.С. Глущенковым, В.А. Кузьминым, А.А. Новожиловым, В.Е. Пермитиным, А.А. Пушкаревым, О.Н. Синицей, И.В. Туговым*

Редакторы *Е.И. Кравченко, О.С. Родзевич*
Перевод на английский язык *Е.Н. Артемов*
Редактор английского текста *Л.В. Шипов*
Обложка и макет художника *Е.Н. Волкова*
Художественный редактор *В.В. Лебедев*
Технический редактор *Н.В. Михайлова*

Н/К

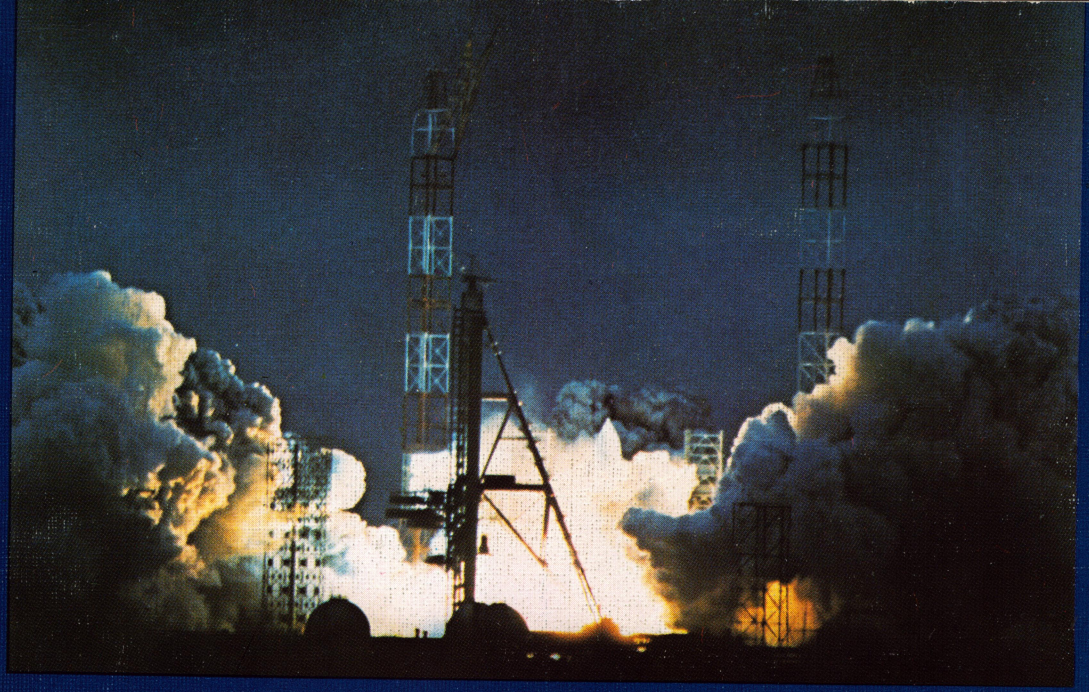
Подписано в печать 24.12.90. Усл. печ. л. 4,55. Доп. тираж 5000 экз.
Заказ 9132.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение",
107076, Москва, Стромынский пер., 4

Типография издательства "Омская правда", 644056, Омск пр. Маркса, 39

ISBN 5-217-00797-4

© НПО "Энергия", 1990



СТАРТУЕТ·ЭНЕРГИЯ·
THE ENERGIA BLASTS OFF

За более полной информацией
по заключению соглашений
на услуги по использованию
ракеты-носителя "Энергия"
и на другие услуги обращайтесь
во Внешнеторговую фирму
Научно-производственного
объединения "Энергия"
по телефону 284-53-98

In order to receive
more information
about conclusion
of an agreement for service
with the carrier rocket
Energia use and for others,
address to the Foreign Trade
firm Energia of the Energia
Research & Industrial
association.
Telephone: 284-53-98